

ANNAL
S

DE L'INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS

28, boulevard Raspail, Paris-VII^e

SOMMAIRE

	SERVICE
38. DOCUMENTATION TECHNIQUE n° 19.	A B
39. L. BLONDIAU, Expansion des ciments mesurée par l'essai à l'autoclave (Liants hydrauliques n° 3).	A B
40. J. CAMPREDON, Caractéristiques du bois de charpente. Propriétés et emploi des différentes essences (Manuel de la Charpente en bois n° 4).	A B
41. M. ROŠ, Qualité des Matériaux et Sécurité dans le Bâtiment ainsi que dans la Construction des machines (Théories et méthodes de calcul n° 2).	A B

CENTRE D'ÉTUDES SUPÉRIEURES
ET DE DOCUMENTATION TECHNIQUE
28, BOULEVARD RASPAIL, PARIS (VII^e)

LABORATOIRES DU BATIMENT
ET DES TRAVAUX PUBLICS
12, RUE BRANCION, PARIS (XV^e)

BUREAU SECURITAS
9, AVENUE VICTORIA, PARIS (IV^e)

CENTRE D'INFORMATION ET DE
DOCUMENTATION DU BATIMENT
100, RUE DU CHERCHE-MIDI, PARIS (VI^e)

INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS

CENTRE D'ÉTUDES SUPÉRIEURES — SESSION 1948-1949

Première Série des Conférences

MARDI 16 NOVEMBRE 1948, à 17 h. 30

100, Rue du Cherche-Midi, Paris

Sous la Présidence de M. André BRUNOT, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées

LE RÉSERVOIR EN BÉTON PRÉCONTRAINTE DE 7.000 m³ DU SERVICE DES EAUX DE LA VILLE D'ORLÉANS

par MM. ROBERT, Ingénieur des Ponts et Chaussées et LEBELLE, Ancien Élève de l'École Polytechnique.

MARDI 23 NOVEMBRE 1948, à 17 h. 30

100, Rue du Cherche-Midi, Paris

Sous la Présidence de M. L'HERMITE, Directeur des Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics

L'HOMOGENÉITÉ DU BÉTON ET LES BÉTONNIÈRES

par M. JOISEL, Ancien Élève de l'École Polytechnique, Chef de Section aux Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics.

MARDI 30 NOVEMBRE 1948, à 17 h. 30

100, Rue du Cherche-Midi, Paris

Sous la Présidence de M. Jacques DUVAUX, Président de la Société des Architectes diplômés par le Gouvernement

TENDANCES ACTUELLES DE L'ARCHITECTURE FRANÇAISE

par M. Albert FEUILLASTRE, Architecte diplômé par le Gouvernement.

MARDI 7 DÉCEMBRE 1948, à 17 h. 30

100, Rue du Cherche-Midi, Paris

Sous la Présidence de M. Albert CAQUOT, Membre de l'Institut

UN PROCÉDÉ MODERNE DE FONDATIONS PAR PILIERS MOULÉS DANS LE SOL

par M. MARRY, Professeur à l'École Centrale des Arts et Manufactures. (Projection d'un film documentaire sur le forage.)

Les séances d'études auront lieu :

Salle des Conférences du Centre d'Information et de Documentation du Bâtiment, 100, Rue du Cherche-Midi, Paris (7^e)

Le programme et les dates des séances du second cycle de la session qui s'ouvrira en février 1949 seront publiés ultérieurement.

SERVICES DES ANNALES

Le service des Annales de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics est réservé à ses adhérents (conditions d'adhésion et liste des conférences de la Session sur demande).

Le Service complet A comprend tous les fascicules qui paraîtront en 1948 dans toutes les séries.

Le Service réduit B comprend les fascicules ayant trait aux questions de résistance des matériaux théorique et

expérimentale, de construction métallique, de travaux publics et d'ouvrages d'art, de liants hydrauliques, de béton, de béton armé, de béton précontraint, de matériel de chantier, et les fascicules où paraissent les différents chapitres du Manuel du Béton armé, du Manuel de la Charpente en bois et du Manuel de la Construction métallique.

Le Service réduit C comprend les fascicules ayant trait aux questions d'architecture, de matériaux, d'équipement

technique (électricité, chauffage et ventilation, froid, acoustique, plomberie), et d'aménagement intérieur.

Les services réduits B et C comprennent tous les deux les fascicules ayant trait aux questions de géologie, de sol et fondations, de maçonnerie, de charpente en bois, de couverture et étanchéité, de documentation technique, d'hygiène et sécurité, aux questions économiques et aux questions générales.

DOCUMENTATION TECHNIQUE

réunie en

Mai-Juin 1948.

(FASCICULE N° 19)

SOMMAIRE

	Pages.		Pages.
I. — Index analytique de documentation		II. — Traductions	36
Architecture et Urbanisme.....	2	III. — Bibliographie.....	37
Sciences de l'Ingénieur.....	2	IV. — Brevets.....	39
Arts de la Construction.....	6	V. — Normalisation	42
Ouvrages.....	25		

COLLABORATEURS

Rédaction générale.....	MM. P. GUÉRIN, R. ROZINOER, Ch. PASQUET
Préfabrication et Normalisation.....	P. GUÉRIN
Résistance des Matériaux, Bâtiment, Travaux publics, Construction métallique..	R. CLOET, J. GREZEL
Architecture et Urbanisme.....	R. CHAVARDÈS

L'Institut technique du Bâtiment et des Travaux publics peut en général fournir la reproduction *in extenso* des documents analysés au chapitre I :

— soit en microphoto sur film négatif normal, chaque page formant en principe une image de 18 × 24 mm qui peut être lue en utilisant un agrandisseur photographique courant ou des appareils de lecture spéciaux.

— soit sur agrandissement (photostat) de 13 × 18 cm, ou 18 × 24 cm, ou 21 × 27 cm permettant la lecture directe.

Il est également à la disposition du lecteur pour répondre à toute demande de renseignements.

Pour accélérer les envois de documents, et quelquefois même les rendre possibles, il est instantanément recommandé de reproduire, en même temps que les titres des articles demandés, le nom de l'auteur, et surtout le numéro de référence placé en tête de l'article qui permet l'identification sans ambiguïté.

Les prix de fourniture sont actuellement les suivants :

Prix du microfilm négatif : la bande de 5 images (port en sus)..... 62 fr 50

Prix de l'agrandissement (photostat) : la page (port en sus) :

13 × 18 cm	65 fr
18 × 24 cm	79 fr
21 × 27 cm	132 fr

Ces prix sont susceptibles de variation.

Pour toute demande de brevet, adresser directement la commande accompagnée de son montant à l'Imprimerie Nationale (Bureau de Vente) 27, rue de la Convention, Paris (15^e). Les prix sont actuellement de 15 fr, plus 2 fr de port par brevet.

Les traductions (qui ne peuvent être fournies ni en microfilms, ni en photostats) sont adressées dactylographiées. La participation aux frais, variable suivant l'article, sera indiquée sur demande.

L'envoi des documents étrangers marqués (+), de leur reproduction ou de leur traduction, peut demander un certain délai.

NOTA IMPORTANT. — Toute demande de renseignements ou de documentation doit être adressée à l'Institut technique du Bâtiment et des Travaux publics, 28, boulevard Raspail, Paris-VII^e, à l'exclusion de toute autre adresse.

I. — INDEX ANALYTIQUE DE DOCUMENTATION

Les références de chaque article sont données dans l'ordre suivant: Numéro d'ordre, titre de l'article, nom de l'auteur, nom de la revue, date, numéro du tome, numéro du fascicule, nombre de pages, nombre de planches (en fin d'analyse repère de référence).

ARCHITECTURE ET URBANISME

1-19. Brochures d'architecture et d'urbanisme (Pamphlets on house design and town planning); *Revere copper brass Incorp* (1945). — Par des architectes américains. E. 1634, 39/60 (+).

2-19. Étude des principes fondamentaux de l'urbanisme (urbain et rural). Examen des méthodes d'inspection et de surveillance de l'exécution des plans sous la législation des Nouvelles Galles du Sud (Basic investigations for town and country planning. An examination of methods of civic survey and their application under the New South Wales Legislation). WILLIAMSON (C. D.); *J. Inst. Engrs. Australia* (août 1947), vol. 19, n° 8, p. 173-184, 12 fig. — Méthodes de recherche et d'inspection adoptées par les Autorités responsables de l'exécution des plans; travaux de la Direction des Plans d'Urbanisme du Gouvernement des Nouvelles Galles du Sud, en ce qui concerne: la Reconstruction, les Services sociaux, l'emplacement des Installations industrielles, la distribution démographique avec considérations historiques, topographiques, météorologiques, d'Éducation, de Communications, etc. Les moyens d'études sont les statistiques, photos aériennes, cartes... E. 2401 (◇).

3-19. Architecture suédoise. NIERMANS (J.) et NOVIANT (L. G.); *Arch. Franç.* (1948), n° 75-76, p. 4-71, nombr. fig. — Caractéristiques de la nouvelle architecture suédoise; étude des solutions apportées dans ce pays aux problèmes posés par l'aménagement des parcs et jardins publics, principaux moyens appliqués en Suède pour abaisser le prix des loyers tout en améliorant les conditions de vie des familles nombreuses. Plusieurs articles sont consacrés à l'étude des problèmes d'aménagement et présentent quelques réalisations concrètes en matière d'habitations individuelles et collectives. Plans d'édifices administratifs, culturels et industriels tels que: Le musée de Noorkoping, le bureau de poste à Boras, l'église de Malmberget, le Centre récréatif à Gavle, l'Hôtel de ville et l'hôtel de voyageurs de Karlskoga. E. 2778 (◇).

4-19. Des maisons où l'on peut vivre (Von Bauen und Wohnen). ARTARIA (P.); B. Wept. and Co éd. 165 p. (1944). — Nouvelles tendances de l'architecture domestique, avec de nombreuses illustrations de maisons suisses. E. 1626, 31/49 (+).

5-19. Principes de la purification par rayons ultra-violet des espaces clos (Principles of ultraviolet disinfection of enclosed spaces). BUTTOLPH (L. J.); *Am. Soc. Heat. Vent. Engrs* (1945), vol. 51, p. 285-302, 9 fig. — On calcule les données concernant les ultra-violet nécessaires pour les différents pourcentages de destruction de bactéries désirées. Couches supérieures de l'air (plafond). Lampe bactéricide. Salles de classe. Epidémies. Clinique. E. 2529 (◇).

SCIENCES DE L'INGÉNIEUR

Résistance des matériaux.

6-19. Théories et pratiques du calcul des constructions. TORDA (G.), Préface de LEBELLE (P.). Ed. Dunod, Paris (1948), 1 vol. 358 p., 201 fig. — Ouvrage de formules et tableaux numériques pour des pièces de construction courante avec 58 exemples numériques. Equations d'influence présentées sous une forme qui permet de les utiliser tant pour les charges permanentes que pour les surcharges mobiles. Formules et tableaux numériques facilitant leur application dans de nombreux cas allant des poutres

à une travée, continues à plusieurs travées, avec moments d'inertie constants ou variables, aux arcs, portiques, cadres, poutres « Vierrendel », etc. E. 3026 (◇).

7-19. Introduction des probabilités dans le domaine de la résistance des matériaux. DUMAS (M.); *Ann. Ponts Chauss.* (sept.-oct. 1947), n° 5, p. 693-698. — Après des généralités sur l'introduction du calcul des probabilités dans le domaine de la résistance des matériaux, conditions de l'expérimentation, puis ajustement mathématique des résultats, qui comporte une part d'arbitraire: les lois trouvées doivent ensuite être exploitées sur le plan technique. Quelques remarques sur ces recherches, considérations d'ensemble. E. 2686 (◇).

8-19. Résistance des matériaux. Généralités et statique graphique. MESNAGER (J.), LESCAIL (R.); *Cours de Constructions civiles* (Conserv. Nat. Arts et Mét.), Edit. Scientifiques Riber, Paris, 1 vol., 188 p., 213 fig. — Dans cette partie de son cours de résistance des matériaux l'auteur expose les principaux problèmes de statique graphique: détermination des courbes de moments fléchissants et d'efforts tranchants, centres de gravité et moments d'inertie, intégration, calcul des systèmes réticulés et calcul des déformations. E. 3082 (◇).

9-19. Résistance des matériaux. Élasticité. MESNAGER (J.), LESCAIL (R.); *Cours de Constructions civiles* (Conserv. Nat. Arts et Mét.) Edit. Scientifiques Riber, Paris, 1 vol., 76 p., 81 fig. — Ce cours d'élasticité du Conservatoire des Arts et Métiers traite de l'étude des contraintes dans un corps et expose les théories de LAMÉ et de CAUCHY, puis étudie la représentation de MOHR et son application aux systèmes à deux dimensions et à divers cas particuliers. E. 3083 (◇).

10-19. Résistance des matériaux. Élasticité. MESNAGER (J.), LESCAIL (R.); *Cours de Constructions civiles* (Conserv. Nat. Arts et Mét.), Edit. Scientifiques Riber, Paris, 1 vol., 222 p., 170 fig. — Dans cette partie de son cours, l'auteur étudie les déformations des corps et le problème général d'élasticité. Etudiant l'élasticité plane et l'emploi de coordonnées polaires et semi-polaires, il examine l'application qui peut en être donnée à l'équilibre d'une couche sphérique, épaisse à celle d'un cylindre épais ainsi qu'à celle du barrage à gravité. Après avoir donné la solution générale du problème d'élasticité il expose la théorie de l'énergie et du potentiel de déformation. E. 3084 (◇).

État géométrique et mécanique des corps.

11-19. Théorie et étude des structures cylindriques (Theory and design of cylindrical structures), JENKINS (R. S.); *O. N. Arup. Group. Consulting. Engrs.* (1947), 73 p. — Calcul pour toitures en béton armé. E. 1913, 80/25 (+).

12-19. Contribution à l'étude de l'effet d'entaille. DAWANCE (M. G.); *Ann. Inst. Techn. B. T. P.* (janv. 1948), n° 3, 8 p., 13 fig. — Généralités sur l'effet d'entaille, résultats expérimentaux des essais exécutés sur fer pur avec des séries d'entailles rectangulaires, triangulaires en traction pure et triangulaires sollicitées en traction avec compression latérale. En annexe: le calcul des contraintes transversales dans une éprouvette entaillée. E. 2610 (◇).

13-19. La résistance à la torsion des sections utilisées en construction (The torsional stiffness of structural sections) FISCHER CASSIE (W.), DOBIE (W. B.); *Struct. Engr.* (mars 1948) vol. 26, n° 3, p. 154-182, 23 fig. — Exposé de la théorie de SAINT-VENANT sur les équations générales d'équilibre. Méthode d'évaluation de la constante de torsion K. Décomposition en formes simples. Méthode de relaxation (Southwell). Essais de torsion. Interprétation des résultats. Essais sur maquettes. Résultats d'essais sur poutres en I. Tableaux indiquant les méthodes em-

(◇)	Analyses ou traductions effectuées par l'Institut technique du Bâtiment et des Travaux Publics.
(*)	— — — par les Services du Centre national de la Recherche Scientifique.
(○)	— — — par la S. N. C. F.
(●)	— — — par l'Office central de l'Acétylène et de la Soudure autogène et de l'Institut de Soudure autogène, 32, boulevard de la Chapelle, Paris-XVIII ^e .
(+)	— — — par les Services chargés de l'établissement du Library Bulletin du Ministry of works (Angleterre):
(□)	— — — des revues communiquées par le Centre d'Information et de Documentation du Bâtiment, 100, Rue du Cherche-Midi, Paris.

ployées pour l'évaluation de K , valeurs de K pour différentes méthodes. Comparaison des résultats obtenus. Détails des essais. Constantes de torsion des poutres normales britanniques. E. 2360 (◇).

14-19. Effets de chocs sur les structures (Impact loading of structures). LAUGHARNE THORNTON (D.); *Engineering* (avr. 1948) vol. 165, n° 4292, p. 409-412, 9 fig. — Chocs par projectiles et par explosion. Contrainte résultante, limite d'élasticité. Vibrations causées par le choc. Equation pour le cas d'harmoniques simples. Vitesse de propagation. Vibrations provoquant une flexion. Fatigue. L'équation de LAGRANGE n'est pas applicable mais on peut employer le principe de HAMILTON. Interprétation physique des résultats des calculs. Remarques sur les différents trains d'ondes provoqués. Cas d'une pièce de longueur finie. Pièces fixées à leurs deux extrémités. Phénomène de dispersion. Réflexion. E. 2739 (◇).

15-19. Détermination analytique de la tension de cisaillement et de la tension de torsion dans les poutres et les arbres de section uniforme quelconque (Analytical determination of shear stresses and torsion stress in beams and shafts of any given uniform section). INGLIS (C.); *Inst. Civ. Engrs. J.* (nov. 1947). E. 1815. P. 79/15 (+).

16-19. L'effet de la compression oblique dans les poutres en béton armé (Allowance for inclined compression in reinforced concrete beams). ASHDOWN (A. J.); *Conc. Const. Engng* (1946). — Suggestions pour le calcul. E. 1633. P. 38/43 (+).

17-19. Étude sur les contraintes internes (Symposium on internal stresses); *Engineering* (7 nov. 1947), p. 449-450. — Examen des rapports sur l'origine, la limitation et la suppression des contraintes internes et sur les effets microscopiques et sub-microscopiques des contraintes internes. M. 42 (◇).

18-19. Cercle de Mohr et coniques d'élasticité. DEWULF (N.); *Houille blanche* (nov.-déc. 1947), n° 6, p. 481-487, 11 fig. — Considération du cercle de MOHR appliqué aux déformations. Étude de la conique des déformations de CAUCHY; moyen de tracer la courbe des déformations dans toute direction en fonction du rapport des valeurs des déformations principales. E. 2652 (◇).

19-19. Charges mobiles sur poutres continues (Moving loads on continuous beams). O'DONOVAN (J. J.); *Engineering* (28 nov. 1947), p. 509-510. — Cas d'une poutre continue à deux travées égales avec extrémités encastées ou articulées. Poutre continue à trois travées, quatre ou cinq travées égales et extrémités articulées. M. 43 (◇).

20-19. Essais de pression d'un vent artificiel exercé sur quatre murs expérimentaux, grandeur nature (Simulated wind pressure tests carried out on four full-size test walls). TASKER (H. E.); Duplicated document n° 13; *Comm. Exp. Build. Stat.* Sydney (avr. 1947). — Deux murs de béton et deux de briques, dont l'un était creux, ont subi les épreuves suivantes : des sacs, pris entre les murs et un échafaudage vertical parallèle, sont gonflés de façon à provoquer une pression sur le mur qui s'incurve, puis cède et se couche complètement sur le sol. Il faudrait en outre étudier l'action des linteaux, du toit et d'un plancher qui renforceraient la rigidité. Représentation graphique des déviations en fonction de la charge. On convertit la pression des sacs en vitesse du vent. Les tables résument les données pour des murs de béton sans linteaux et des murs de briques avec linteaux. E. 1885 (◇).

Théories et procédés de calcul.

21-19. La poutre continue (Der durchlaufende Träger). KLEIN-LOGEL (A.) (1944). — Formulaire pour le calcul des poutres. E. 1276, 73/52 (+).

22-19. Méthodes de transformations numériques dans le calcul des poutres continues (Numerical transformation procedures in continuous beam analysis), BENSOTER (S. U.); *Franklin Inst. J.* (1947). — Présentation de quelques nouvelles méthodes de calcul numérique pour la détermination des moments fléchissants dans les poutres continues. E. 1276. P. 73/17 (+).

23-19. Application de la méthode des points fixes aux structures statiquement indéterminées. II (Fixed points applied to statically indeterminate structures. II); ERIKSEN (B.); *Conc. Const. Engng.* (févr. 1948), vol. 43, n° 2, p. 47-52, 4 fig. — Charpentes pour étages multiples. Détermination des moments fléchissants. Les formules classiques sont en général suffisantes, mais s'appliquent mal aux types de charpentes ayant des moments d'inertie variables. La méthode des points fixes permet

de déterminer ces moments fléchissants. Disposition arbitraire des pièces. Moments fléchissants d'une travée chargée. Exemple de calcul et solution graphique (à suivre). E. 2154 (◇).

24-19. Application de la méthode des points fixes aux structures statiquement indéterminées. III (Fixed points applied to statically indeterminate structures III). ERIKSEN (B.); *Conc. Const. Engng.* (mars 1948) vol. 43, n° 3, p. 78-87, 7 fig. — Exemples d'application de la théorie des points fixes : entrepôt avec plate-forme en console au niveau du 1^{er} étage; pont avec poutres encastées; pont avec poutres à caisson à deux portées. E. 2362 (◇).

25-19. Théorie et pratique des degrés d'encastrement dans les constructions métalliques (La teoria e la pratica dell'efficienza degli incastri nelle strutture metalliche). ZIGNOLI (V.); *Atti E Rassegna Tecnica della Società Degli Ingegneri E Degli Architetti in Torino* (déc. 1947), n° 12, p. 351-355, 14 fig. — Théorie du degré, ou de la puissance d'encastrement des poutres et poteaux dans les ossatures métalliques des grands édifices symétriquement chargés. Trois cas de liaisons aux nœuds : appui simple parfait, encastrement imparfait, encastrement parfait. Mesure du degré d'encastrement par l'angle d'about entre poutre et colonne; pourcentage d'encastrement. Réalisation pratique avec trois types de liaisons correspondant aux trois cas ci-dessus : flexible, semi-rigide, rigide. Moment aux appuis en fonction du moment maximum sur appuis simples et de l'angle d'about. Calcul des poutres indépendamment de l'ensemble. Exemples et réalisation des trois cas dans une ossature soudée. Calcul des soudures. E. 2534 (◇).

26-19. Tension et allongement au cours des déformations plastiques (Stress and strain in plastic flow.). ROOP (W. P.); *Wdg. J.*, U. S. A. (sept. 1946) vol. 25, p. 799-823. — Exposé de la théorie des tensions et déformations uniaxiales, biaxiales, triaxiales. Equation reliant directement la déformation et la tension. Application de cette équation aux divers problèmes relatifs à un diagramme-type. E. 2668. R. S. P. 400 (*).

27-19. L'exploitation du phénomène d'adaptation dans les ossatures en acier doux. DUTHEIL (J.); *Ann. Inst. Techn. B. T. P.* (janv. 1948), n° 2, 31 p., 51 fig. — Exposé de la méthode dite par adaptation contrôlée. Examen du phénomène d'adaptation en flexion; son exploitation dans les systèmes isostatiques et dans les systèmes hyperstatiques composés de poutres fléchies et étude des systèmes hyperstatiques réticulés. Méthode et exemples d'application à des poutres sur 3 et 4 appuis à un portique articulé et à une poutre articulée à une extrémité et encastree à l'autre. Courbe moment flèche dans une barre prismatique fléchie, contrôle expérimental des diagrammes, moment allongement et moment flèche, le phénomène d'adaptation complémentaire, le moment critique en flexion composée, la conception de la sécurité, les conditions de déformation, comparaison avec la méthode Colonnetti, les conditions de détente élastique. E. 2609 (◇).

28-19. La transmission des vibrations mécaniques dans les bâtiments et l'isolation phonique correspondante. GRUZELLE (R.); *Const. Mod.* (avr. 1948), n° 4, p. 107-110, 11 fig. — Étude de l'amortissement des vibrations mécaniques à la source et défense du bâtiment contre la propagation des bruits extérieurs et des bruits intérieurs. E. 2684 (◇).

29-19. Flambement d'une barre posée de biais (Die Knickung des schief gelagerten Stabes) Dr. ZIEGLER (H.); *Schweiz. Bauztg* (14 févr. 1948), n° 7, p. 87-89, 2 fig. — Définition du problème. Principes de résolution par une étude dans deux plans de flexion rectangulaires. Cas d'une barre avec gauchissement. Établissement du système d'équations différentielles et des conditions aux limites dans le cas de la barre sans gauchissement. Résolution de ce système. Détermination de la charge limite donnée par une formule analogue à la formule d'EULER. E. 2549 (◇).

30-19. Variation des coefficients des équations linéaires simultanées (Variation of coefficients of simultaneous linear equations). WEINER (B. L.); *Amer. Soc. Civ. Engrs Proc.* (oct. 1947), p. 1219-1244. — La théorie présentée dans cet article permet d'établir rapidement et simplement l'effet sur la solution obtenue, en changeant un nombre quelconque des coefficients de toute équation, ou un nombre quelconque de coefficients de toute inconnue à calculer. E. 1767. P. 78/11 (+).

31-19. Recherches théoriques sur la flexion des plaques par la Commission Technique de l'Association des Entreprises suisses de construction de Ponts et de Bâtiments métalliques, en 1947 (Theoretische Beuluntersuchungen der T. K. V. S. B. im Jahre 1947). KOLLBRUNNER (C. F.), HERRMANN (G.); *Schweiz. Bauztg* (13 mars 1948), n° 11, p. 146-149, 5 fig. — Études entreprises en vue de déterminer une méthode

de calcul des constructions à parois minces. L'article étudie spécialement et succinctement l'équilibre élastique de plaques sollicitées d'un seul côté par une pression inégalement répartie dans différentes conditions d'appuis sur les bords. Exemple d'une dalle rectangulaire encastrée sur les bords longitudinaux, libre sur les autres et chargée suivant un diagramme triangulaire. Approximations successives. E. 2553 (◇).

32-19. L'effet des charges excentrées, des revêtements protecteurs, des rapports d'élancement et autres variables dans les piliers en béton armé (The effect of eccentric loading, protective shells, slenderness ratios, and other variables in reinforced concrete columns). RICHART (F. E.), DRAFFIN (J. O.), OLSON (T. A.), HEITMAN (R. H.); *Univ. Illinois Bull.* (28 nov. 1947), vol. 45, n° 22, 28 p., 53 fig. — Matériaux et méthodes d'essai. Types de piliers, fabrication et séchage. Piliers soumis à une charge excentrée. Moments fléchissants. Relations de résistance déduite des essais. Composition des efforts axiaux et fléchissants. Fissures. Méthode de calcul simplifiée. Facteur de sécurité. Piliers avec sections variées. Piliers avec revêtements protecteurs. E. 2927 (◇).

33-19. Largeur d'aile efficace d'une plaque raidie en flexion longitudinale. MURRAY BOYD (G.); *Engineering* (27 déc. 1946). — Le choix de la largeur d'aile à prendre en compte est généralement déterminé arbitrairement en fonction de l'épaisseur. Les études de J. M. MURRAY et de TIMOSHENKO contestent l'influence de l'épaisseur et introduisent la longueur de la pièce et la forme du diagramme des moments. Exposé des calculs et tableaux de résultats. E. 1477. Traduction S. T. C. A. N. 1420/T (◇).

34-19. Théorie des plaques et des parois (Theory of plates and shells) TIMOSHENKO (S.). Mc Graw-Hill Book Cny Inc (1940), 492 p. — Discussion des problèmes de déformation dans lesquels l'une des dimensions d'un corps (épaisseur d'une plaque ou d'une paroi) peut être considérée comme petite par rapport à l'autre. E. 1636. 41/18 (+).

35-19. L'application pratique des « Valeurs de déplacement » dans la résistance des matériaux. ALEXANDRE (R.); *Techn. Trav.* (mars-avr. 1948), n° 3-4, p. 115-122, 22 fig. — Exemples d'application pratique de la méthode des travaux virtuels qui se traduit par l'évaluation d'intégrales de produits de moments. Ces valeurs peuvent être, pour divers types de courbe de moments, présentées toutes calculées dans des tableaux. Méthode générale permettant de se passer de ces tableaux lorsqu'une des courbes de moments est à équation linéaire. E. 2942 (◇).

36-19. Méthode de la contrainte principale pour le calcul des contraintes (A principal stress method of stress analysis). MARIS (H. B.); *Franklin Inst. J.* (1947). E. 1276. P. 73/18 (+).

37-19. Formules pour les contraintes et les déformations (Formulas for stress and strain) ROARK (R. J.). Mc Graw-Hill Book Cny Inc. (1943), 366 p. — Résumé des formules, des faits et des principes relatifs à la résistance des matériaux. E. 1636. 41/19 (+).

38-19. Calcul des éléments de construction (Elementary structural analysis). WILBUR (J. B.), NORRIS (Ch. H.). Mc Graw-Hill Book Company, Inc. (1948), 523 p., 352 fig. — Ce manuel est consacré aux procédés de calcul des efforts dans les constructions. Il contient, après des considérations générales sur les structures et les réactions : la théorie des moments fléchissants, l'étude des fermes, un aperçu sur les méthodes de la statique graphique, la détermination des lignes d'influence. Étude des constructions à grande portée, des systèmes à trois dimensions, des structures de gravité et des câbles. Exposé des solutions apportées au problème des déformations. Les systèmes hyperstatiques font l'objet de plusieurs chapitres détaillés. Enfin l'ouvrage se termine par des notions sur les procédés de calcul sur modèles réduits et sur la photo-élasticité. E. 3154 (◇).

39-19. Calcul rapide des charpentes et des arcs, non passibles des méthodes de distribution des moments (Rapid analysis of frames and arches not amenable to moment distribution methods). O'SULLIVAN (T. P.); *Struct. Engr.* (1946), p. 274-283. — Pour faciliter le travail de l'ingénieur praticien, l'auteur donne sous les formes les plus simples possibles, les méthodes de calcul des types de charpentes et d'arcs indiqués. E. 1637. P. 42/18 (+).

40-19. Les efforts de traction dans les coupes. LEFAU-DEUX (G.); *Gén. Civ.* (15 avr. 1948), t. 125, n° 8, p. 151-153, 6 fig. — Exposé d'une méthode de détermination et de réduction des efforts de traction dans les coupes. Coupes à épaisseur constante, à épaisseur croissante du sommet à la base, coupes non sphériques. E. 2596 (◇).

41-19. Nomogrammes pour le calcul des poutres et des dalles en béton armé (Nomograms for the design of reinforced concrete beams and slabs). SAVONA (J. S.); *Conc. Const. Engrg.* (févr. 1948), vol. 43, n° 2, p. 33-40, 6 fig. — Nomogrammes n° I et II pour poutres rectangulaires et dalles. Méthode d'emploi et exemples. Nomogramme n° III pour poutres rectangulaires avec armature comprimée. Exemples. Nomogramme n° IV pour dalles nervurées et poutres en I. Exemples. Nomogramme n° V, armature de cisaillement. Exemple. E. 2154 (◇).

42-19. Lignes d'influence : leur emploi pratique dans le calcul des ponts (Influence lines their practical use in bridge calculation). STEWART (D. S.). Constable and Co. Ltd. (1947), 209 p. — Diagrammes indiquant la réaction, le moment fléchissant et la contrainte en certains points de la portée d'un pont lors du passage d'une charge. E. 1913. 80/24 (+).

Propriétés mécaniques.

43-19. Études sur l'écoulement plastique de l'acier, spécialement dans le cas d'une compression biaxiale (Studies of plastic flow of steel, especially in two dimensional compression) BRIDGMAN (P. W.); *J. Appl. Phys. U. S. A.* (avr. 1946), vol. 17, p. 225-243, 19 fig. — L'écoulement sous compression biaxiale est beaucoup plus sensible à l'effet d'entaille que l'écoulement sous compression triaxiale. Appareillage et méthode d'essais. Equations de plasticité. Mesures. E. 2668. R. S. P. 400 (+).

44-19. Fluage plastique des dalles minces en béton armé (Plastic flow of thin reinforced concrete slabs). WASHA (G. W.). *Amer. Concr. Inst.* (1947), p. 237-260. E. 1913. P. 80/17 (+).

45-19. Retrait et écoulement plastique du béton précontraint (Shrinkage and plastic flow of prestressed concrete). STALEY (H. R.), PEABODY (D.) Jr.; *J. Am. Concr. Inst.* (janv. 1946), p. 229-244. — Cet article présente les résultats des mesures de retrait et d'écoulement sur des échantillons précontraints et sans contraintes. L'écoulement plastique c'est la différence entre la contrainte totale de l'éprouvette en charge et la contrainte de retrait de l'éprouvette sans tension. On admet que l'écoulement plastique est égal à la tension multipliée par un coefficient d'écoulement C. E. 2005 p. 7 (◇).

46-19. La fatigue des métaux. DUMAS (A.); *Bull. Tech. Suisse Rom.* (8 mai 1948), n° 10, p. 132, 1 fig. — Les recherches du docteur Ros sur la détermination d'un critère du danger de rupture l'ont conduit à mettre en lumière le fait que le gradient de contrainte est plus fort pour le modèle réduit que pour l'original; le danger de rupture est donc moindre sur le modèle réduit que sur l'ouvrage original. Ce résultat explique des phénomènes relatifs au danger de rupture dans certains cas de charge. E. 2774 (◇).

47-19. Constructions du Génie civil en Suisse. Problèmes. Connaissances acquises. Progrès 1935-1945. VI. Aciers. — VII. Métaux légers. Ros (M.); *Rev. Tech. Luxemb.* (oct.-déc. 1946), vol. 38, n° 4, p. 17-47. — Limite de fatigue des aciers de construction alliés ou non. Caractéristiques de résistance et de déformation statiques et dynamiques des aciers de construction; cas des barreaux rivés ou soudés bout à bout; vilebrequins de ROLL en acier au Cr-Ni-Mo. Caractéristiques mécaniques de la fonte et de l'acier moulé. Résistance aux efforts répétés des assemblages soudés : soudure bout à bout, soudure hélicoïdale. Limite de fatigue des poutres composées acier-béton, des ponts-rails à treillis (construction soudée et construction rivée). Stabilité au flambage des barres en acier Ac. N. comprimées par des efforts centrés et excentrés. Métaux légers. Les propriétés de résistance et de capacité de déformation d'Al. pur et de 6 alliages d'Al. sont sensiblement égales à celles des aciers de construction, tandis que les limites de fatigue des barreaux pleins et rivés sont légèrement plus faibles. E. 2668. R. S. U. 51 (★).

48-19. Étude de la vitesse de propagation des fissures dues à la fatigue dans les tôles d'acier de 30 × 2 cm à l'aide d'un amplificateur géométrique précis des efforts (Rate of propagation of fatigue cracks in 12-inch by 3/4-inch steel plates with severe geometrical stress-raisers). WILSON (W. M.), BURKE (J. L.); *Univ. Illinois Bull.* (29 sept. 1947), vol. 45, n° 10, 14 p., 9 fig. — Description des essais : on pratique dans l'échantillon à essayer un trou central de 16 mm de diamètre prolongé de part et d'autre par un trait de scie transversal. Traitement préalable à diverses températures. Méthode d'essai. Machine spéciale réalisant 180 cycles par minute. Résultats d'essais. Détermination d'une fissure moyenne de 15 mm. Discussion des résultats. E. 2925 (◇).

Essais et mesures.

49-19. Un appareil et une technique pour la détermination sur le chantier du module d'élasticité et de la résistance à la flexion du béton (Revêtements) (An instrument and a technique for field determination of the modulus of elasticity and flexural strength, of concrete (Pavements). LONG (B. G.), KURTZ (H. J.), SANDENAW (Th. A.); *J. Am. Conc. Inst.* (janv. 1945) p. 217-232. — Description d'un instrument pour la détermination du module d'élasticité dynamique du béton, sur le chantier. Des résultats d'essais sont présentés qui montrent : a) la comparaison des valeurs d'essais de E., obtenues par différentes méthodes plus anciennes avec celles qui sont obtenues avec des appareils nouveaux; b) la relation qui lie ces valeurs avec la résistance à la flexion du béton. Une généralisation de l'usage de cet appareil éliminerait la nécessité de couler des éprouvettes pendant la construction ou bien de déplacer des échantillons coûteux des ouvrages terminés. Une méthode pour déterminer l'épaisseur des revêtements de chaussées en béton est brièvement discutée. Bibliographie. E. 2005, p. 5 (◇).

50-19. Tunnels de soufflerie en béton construits en Grande-Bretagne (British wind tunnels built of concrete); *Engng News Rec.* (22 avril 1948), vol. 140, n° 17, p. 17, 4 fig. — Description du coffrage et de la charpente de soutien employés à l'exécution de 2 tunnels de soufflerie, longueur 60 m, largeur 9 m. Charpente de soutien en tubes d'acier. Le tunnel a une forme hexagonale. Trois phases de construction : 1° Semelles et poteaux; 2° Trois côtés inférieurs; 3° Trois côtés supérieurs. Panneau de coffrage en contreplaqué reposant sur des traverses légères en acier, boulonné sur des espaceurs en béton préfabriqué. Exécution à partir du milieu de chaque tunnel avec deux coffrages progressant dans des directions opposées. Détails divers. E. 2825 (◇).

51-19. Protection des « strain gages » dans le béton (Protection of electric strain gages in concrete). SCHERLOCK (R. H.), BELGIN (A.); *Amer. Conc. Inst.* (nov. 1947), p. 189-192. — Description d'un bouclier plastique pour protéger un « strain gage », de l'humidité et de la pression lorsqu'il est lié à une armature du béton E. 1913. P. 80/18 (+).

52-19. Mesure des contraintes statiques par la résistance électrique d'appareils à fils métalliques (The use of electric resistance wire strain gauges in static strain measurements). WITTRICK (W. H.); *J. Inst. Engrs. Australie* (août 1947), vol. 19, n° 8, p. 165-172, 12 fig. — Pour des structures de grande efficacité, telles que les ailes, fuselages, plans de dérive d'avions, il est nécessaire de faire des essais en vraie grandeur sur place et le meilleur appareil de mesure des contraintes est le « strain gauge ». On peut placer 1 000 de ces petits appareils sur une aile, enregistrer automatiquement les mesures et observer aisément. L'effort tranchant est mesuré. Les causes de manque de précision sont discutées ainsi que leurs remèdes. Précision : 2 % qui dépend de celle des constantes élastiques connues du matériau. Calibrage (étalonnage). On peut prévoir un vaste champ d'utilisation pour la mesure des contraintes dynamiques. Ces appareils se trouvent dans le commerce en Amérique et en Angleterre. E. 2401, p. 165 (◇).

53-19. Essais sur des modèles réduits de charpentes (Testing reduced models of structure). CARDOSO (E.); *Civ. Engng P. W. Rev.* (1947), p. 540-541. E. 2224. P. 81-24 (+).

54-19. Essai à la rupture d'un hangar avec couverture en arcs métalliques. (Steel-arch hangar tested to destruction). WESMANN (H. E.); *Engng News Rec.* (16 oct. 1947), p. 105-109. — On a soumis à un essai une ferme métallique cintrée à 3 articulations de 59 m de portée et de 14 m de flèche, elle s'est effondrée sous une charge égale au poids mort plus 175 % de surcharge. E. 1767. P. 78/28 (+).

55-19. Essais de dalles en béton armé soumises à l'action de charges concentrées (Tests of reinforced concrete slabs subjected to concentrated loads). *Univ. Illinois Bull.* (20 juin 1939), vol. 36, n° 85, 75 p., 42 fig. — Essais de dalles rectangulaires de grande longueur supportées par leurs plus longues arêtes. Description. Appareil servant à l'essai de charge. Dynamomètres. Mesures des réactions. Contrainte et flèche. Production de fissures initiales. fissures générales. Essais de dalles carrées en vue de déterminer l'influence de la dimension et de la forme de la zone chargée. Renforcement par armature. E. 2915 (◇).

Mécanique des fluides.

56-19. Simplification et amélioration du tube Venturi (A simpler and better Venturi tube). STEVENS (J. C.); *Engng*

News Rec. (29 avril 1948), vol. 140, n° 18, p. 112-115, 10 fig. — Tube VENTURI composé de 2 tuyaux réducteurs à brides en fonte, d'un modèle courant du commerce. Montage et démontage rapides. Possibilités de monter aux extrémités de chaque réduction ou entre elles, des anneaux de « compensation » en bronze ou fonte, parfaitement calibrés au tour, portant des ouvertures annulaires reliées à des manomètres pour la mesure des pressions. La mesure de la pression à l'étranglement se fait légèrement en amont pour éviter l'effet de contraction de la veine. Précision des mesures. Essais pour la détermination du coefficient de débit. Effet d'une valve d'étranglement. E. 2949 (◇).

57-19. Extraits d'articles de Kirchbach et Schubart sur « la perte d'énergie dans les coudes à angle aigu à surface unie et à surface rugueuse dans les canalisations » (Abstract of papers by Kirchbach et Schubart on « the energy loss in smooth and rough-surfaced mitre-bends in pipe lines »); THOMPSON (R. W. S.), WHITE (C. M.); *J. Inst. Civ. Engr.* (févr. 1948), n° 4, p. 355-358, 1 fig. — Expériences de KIRCHBACH et SCHUBART sur les coudes à angle aigu. Méthode employée. Appareils utilisés. Résultats. Tableau donnant les pertes d'énergie pour différentes valeurs de l'angle du coude. Coudes composés. Nombre de REYNOLDS. Comparaison avec les résultats d'HOFMAN. Cas des tuyauteries soudées. Causes de résistance dans le cas où une conduite soudée est placée entre deux portions droites. Pertes dues au passage de la portion droite au coude et retour à la section droite. E. 2278 (◇).

58-19. Régime d'écoulement dans les canaux ouverts. Problème de Boussinesq (Steady flow in open channels the problem of Boussinesq). JAEGER (C.); *J. Inst. Civ. Engng* (févr. 1948), n° 4, p. 338-349, 11 fig. — Rappel des théories de BERNOULLI, BELANGER, BRESSE, de SAINT-VENANT et BOUSSINESQ. Ce dernier établit que le principe de décharge maximum n'est qu'un cas particulier d'un principe plus général. Discussion sur le principe de BOUSSINESQ. Calcul en partant de la formule de BERNOULLI. Application pratique de la théorie de l'écoulement en canaux ouverts. Érosion. Essais sur maquettes. E. 2278 (◇).

59-19. Recherches concernant le Génie Civil. Comité pour l'étude des formules donnant la vitesse dans les canaux et conduits ouverts (Engineering Research Committee on velocity formulae for open channels and pipes); *J. Inst. Civ. Engr.* (févr. 1948), n° 4, p. 350-355. — Historique de la question. Coefficient de perte d'énergie cinétique dans les coudes à 90°. Causes d'ambiguïté des résultats. État de la surface intérieure. Remous dus aux joints; manque de régularité dans la section. Instabilité du courant à l'entrée du canal. Effet de la viscosité REYNOLDS. Inexactitude des lectures piézométriques, etc. Conclusions générales déduites des expériences. Signification pratique des résultats, théorie de l'écoulement dans les coudes. Programme de recherches futures. E. 2278 (◇).

60-19. Sur quelques phénomènes dus aux tourbillons alternés. CRAUSSE (E.); *Publ. Techn. Sci. Ecole Fran. Ing. Beyrouth* (1945), n° 9, 30 p., 18 fig. — Propriétés fondamentales des tourbillons alternés qui se détachent alternativement de l'obstacle dans le sillage d'un corps immergé. Premier chapitre : Résultats d'observations et de mesures des phénomènes en vue de les rattacher aux lois des tourbillons alternés. Second chapitre : Étude spéciale des phénomènes alternés à l'aval d'obstacles identiques disposés en ligne (piles de pont ou grilles). E. 2797. (◇)

Géophysique.

Géotechnique. Les sols.

61-19. Classification et identification des sols (Soils classification). FELD (J.); *Proc. Am. Soc. Civ. Engrs* [U. S. A.] (nov. 1947), p. 1440-1443. — Cinquième discussion sur l'article de A. CASAGRANDE paru dans la même revue en juin 1947. E. 2971 (◇).

62-19. Classification et identification des sols (Classification and identification of soils). FADUM (R. E.), BELCHER (D. J.), STRATTON (J.) et BELCHER (D. J.), HAINE (H. A.) et HILF (J. W.); *Proc. Am. Soc. Civ. Engrs* [U. S. A.] (sept. 1947), p. 1166-1169; (oct. 1947), p. 313-315; (oct. 1947), p. 1310-1318; (nov. 1947), p. 1435-1443, fig. — Discussions faisant suite à l'article de A. CASAGRANDE paru dans la même revue en juin 1947. E. 2974, E. 2972, E. 2973, E. 2975 (◇).

63-19. Recherches sur les propriétés physiques des sédiments meubles. ROMANOVSKY (V.); *Ann. Inst. Techn. B. T. P.* (mars 1948), n° 13, 31 p., nombr. fig. — Étude des propriétés des sédiments meubles. Assemblage des particules dans les

sédiments naturels et artificiels et détermination du volume des vides en fonction de la taille et de la nature des particules et en fonction de la nature du dispersant. Rigidité de certaines suspensions telles que les vases et l'influence de la teneur en eau, de la granulométrie et du dispersant. La thixotropie, fonction de la nature des particules et du dispersant. Viscosité et perméabilité. E. 3192 (◇).

64-19. Les applications de la mécanique des sols à la technique routière. Cas particuliers des pistes pour avions lourds (Las aplicaciones de la mecánica de los suelos a la técnica caminera. Casos particulares de las pistas para aviones pesados). MAYER (A.); *Ingeniería* (juill. 1947), n° 7, p. 327-333. — Conférence prononcée le 6 juin 1947, au Cercle Aéronautique de Buenos Aires. Intérêt et historique succinct de la question. Transmission des charges à travers le sol et caractéristiques des terrains. Formule de BOUSSINESQ. Limites d'ATTERBERG. Granulométrie. Essai de poinçonnement du sol. Détermination de l'épaisseur de revêtement des routes et pistes à partir des caractéristiques du sol : méthode californienne; méthode de l'Office des Routes nord-américain avec emploi d'un indice calculé à partir de 4 facteurs. Calculs de WESTERGAARD pour le cas des routes en béton. Pistes pour avions lourds : expériences réalisées sur la piste d'expériences de Stockton avec roues de 65 t et sur la piste de Lockburn avec roues de 25 et 65 t. Solution avec éléments précontraints essayés à Orly. Conclusions. E. 02512 (◇).

65-19. Problèmes pratiques de mécanique des sols (Practical problems in soil mechanics). REYNOLDS (H. R.), PROTOPADAKIS (P.); *Civ. Engng P. W. Rev.* (1946). — Exemples impliquant une classification des sols. E. 1633. P. 38/11 (+).

66-19. Une méthode de relaxation pour la solution des problèmes concernant les répartitions symétriques axiales des charges dans un milieu élastique (A relaxation method for the solution of problems concerning axially symmetrical distributions of load in an elastic medium). WILSON (G.); *J. Inst. Civ. Engrs* (avril 1948), n° 6, p. 149-166, 13 fig. — Rappel des notations. Relations entre les déplacements. Équations des conditions de comptabilité. Points intérieurs. Théorème de TAYLOR. Limite horizontale et limite cylindrique. Angles rentrants. Angles extérieurs. Contraintes. Application de la méthode à la solution des problèmes concernant la pression exercée sous une base circulaire. Résultats d'application. Cas de disques rigides chargés à diverses profondeurs. Application à d'autres problèmes. E. 2815 (◇).

67-19. Calcul des fondations soumises à des charges de renversement. HAHN (L.); *Techn. Trav.* (mars-avril 1948), n° 3-4, p. 90-92, 4 fig. — Mode de calcul d'un massif de fondation soumis à une charge et à un moment de renversement, en faisant intervenir en plus de la butée des terres le frottement horizontal du sol sous la fondation. E. 2942 (◇).

68-19. Équilibre limite et rupture des milieux continus. BONNEAU (M.); *Ann. Ponts Chauss.* (sept.-oct. 1947), n° 5, p. 609-653, 16 fig. — Étude des recherches sur le problème de l'équilibre limite et de la rupture des milieux continus. Méthodes diverses des résolutions des équations. Considérations diverses sur les ruptures en arc de cercle, les lignes de LUDERS, les divers équilibres, les rideaux de palplanches ancrés. E. 2686 (◇).

Atmosphère.

69-19. Traitements chimiques pour les routes couvertes de glace (Chemical treatments for icy roads). *Road Res. Lab.* (1947). — L'emploi des chlorures de sodium, calcium et magnésium et leur action sur la surface des routes et les véhicules. E. 1815, 79/16 (+).

70-19. Entretien des routes en hiver (Winter highway maintenance). SZAMMERS (C. F.); *Engng Contract Rec. Canada* (févr. 1947), vol. 60, p. 62-63, 176, 178, fig. — Techniques et matériel pour le maintien de la viabilité des routes en hiver. Deux opérations principales à prévoir : enlèvement des neiges et sablage. Considérations sur les conditions topographiques et le kilométrage de la surface à débayer. E. 2569. R.S. 8-35710 (*).

Conditions générales.

Conditions contractuelles.

71-19. Normes. *Cour. Norm.* (mars-avr.-mai 1948), n° 80, p. 800-879, nombr. fig. — Ce numéro spécial destiné au grand public et écrit sur le thème de l'« Homme de la rue », est édité à l'occasion du trentième anniversaire de la fondation de la

Normalisation. Il présente sous la forme d'articles souvent dialogués, des études sur les précurseurs de la Normalisation, ses avantages, ses réalisations dans la vie courante, la Normalisation dans le bâtiment, l'installation, l'habillement, la nourriture, la santé et le délassement, les moyens de transport, le mobilier, l'atelier, le travail des champs, etc... E. 3171 (◇).

72-19. Nouvelles normes britanniques pour ciments de Portland ordinaire et à prise rapide (New british standard for ordinary and rapid-hardening Portland cements); *Conc. Const. Engng* (févr. 1948), vol. 43, n° 2, p. 59-61. — La teneur en chaux a été légèrement augmentée. Formule indiquant le rapport de la quantité de chaux à celles de silice, alumine et oxyde de fer. Essais à la traction par un dispositif nouveau. Comparaison des nouvelles spécifications avec les anciennes. Certains chapitres restent inchangés. Plusieurs autres sont modifiés : pourcentage d'eau, granulométrie, détermination des résidus, perméabilité. Nouveaux modes d'essai. E. 2154 (◇).

73-19. Spécification des normes australiennes concernant les goudrons routiers (Australian standard specification for roads tars); *Stand. Ass. Australia* (1947), A. S., n° A 63, 20 p., 9 fig. — La spécification indique quelle doit être la provenance des goudrons, leur classification, leur viscosité. Propriétés des goudrons. Échantillonnage. Tableaux des différentes sortes de goudrons. En appendice : détermination du poids spécifique, de la proportion de bisulfite de carbone insoluble. Essais de distillation et de teneur en eau. Température de fusion du résidu. Méthode de l'anneau et de la bille. Échantillonnage. E. 2296 (◇).

74-19. Ascenseurs et monte-charge. *Circ. A. F. N. O. R.* (31 mai 1948), n° 82, p. 1. — La Commission des ascenseurs et monte-charge a eu son attention attirée par les indications formulées dans le document suédois relatif à l'application de la modulation dans le bâtiment; la Suède préconise, comme la France, le module de 10 cm. Le chapitre relatif aux ascenseurs prévoit un type de cabine ayant 100 cm de longueur et 90 cm de largeur; or l'importante série de normes françaises concernant les caractéristiques de divers types d'ascenseurs qui vient d'être homologuée avait prévu un type de cabine ayant au contraire 90 cm de longueur, et 100 cm de largeur; la longueur de 100 cm prévue en Suède est indiquée comme devant permettre l'introduction plus facile des voitures d'enfants dans les ascenseurs, l'adoption de ces dimensions est actuellement envisagée par la commission. Une enquête restreinte est en cours auprès des groupements intéressés à la construction des ascenseurs et auprès des fabricants de voitures d'enfants. E. 3170 (◇).

Études. Concours. Congrès.

75-19. Dictionnaire technique. CSEREPI (St). Édit. Fovaros Konyvkiado (K. F. T.). Budapest [Hongrie] (1947), 244 p. — Termes techniques du Bâtiment et des Travaux Publics, hongrois-anglais et anglais-hongrois. E. 2816 (◇).

76-19. Mesures américaines, mesures britanniques, mesures métriques. CUSSET (F.). Édit. Blondel La Rougery. Paris (IX^e), 1 vol., 144 p. — Ouvrage de métrologie donnant les unités, symboles et valeurs des unités métriques, anglaises et américaines, avec des tables de conversion portant sur les unités linéaires, de superficie et volume, de capacité, de masse-force, d'énergie-travail, de pression et de température. E. 3436 (◇).

77-19. Manuel pour la pratique courante des calculs d'exécution des ossatures en béton armé (Proposed manual of standard practice for detailing reinforced concrete structures); *J. Am. Conc. Inst.* (avril 1946), p. 473-476. — Rapport du Comité de l'A. C. I. 315 avec la collaboration de l'Institut des Armatures pour Béton Armé. E. 2005, p. 8 (◇).

LES ARTS DE LA CONSTRUCTION

78-19. Questions et réponses pour les constructeurs du bâtiment (Queries and answers for builders). *Ill. Carp. Build.* (1947), 112 p. — Les problèmes ont trait à la maçonnerie, la charpente et la menuiserie, le ciment et le béton, le carrelage, la peinture et la décoration, la plâtrerie, la plomberie et l'hygiène, et la couverture. E. 2299. 84/37 (+).

79-19. Construction et entretien des immeubles (Construction and maintenance of buildings). CAVE (J. O.), EARTHROWL (R. A.); *Estates Gazette* (1947), 191 p. — Traite des terrassements, des échafaudages, du briquetage, des toitures, des planchers, de la menuiserie, des installations sanitaires, des distributions d'eau chaude, de la décoration et de la surveillance des travaux. Un lexique des termes techniques et des renseignements est annexé. E. 2226. 83/32 (+).

Matériaux de construction.

80-19. Bref historique de la chaux, du ciment, du béton et du béton armé (A brief history of lime, cement concrete and reinforced concrete). DRAFFIN (J. O.); *Univ. Illinois Bull.* (29 juin 1943), vol. 40, n° 45, 47 p., 5 fig. — Premiers matériaux utilisés dans l'antiquité. Chaux hydraulique. Ciment naturel. Ciment de Portland. Propriétés physiques et chimiques du ciment. Essais et spécifications. Composition du ciment de Portland. Hydratation. Ciment à prise rapide. Ciments lents. Proportions et mise en place du béton. Effet de l'eau sur la résistance. Premiers emplois du béton armé. Progrès réalisés dans l'emploi du béton armé. Construction monolithique. Piliers, ponts, navires, routes en béton. E. 2876 (◇).

81-19. Le développement des matériaux de « guerre » et le monde d'après-guerre (Wartime materials developments and the post war world); DE HAVEN (J. C.); *Amer. Soc. Test. Mat. Bull.* (janv. 1946), p. 17-24. — Perspectives futures pour les alliages, matières plastiques, verre, bois. E. 1634. P. 39/39 (+).

82-19. La reconstruction de nos foyers (The reconstruction of our homes). EMBERTON (J.); *Builder* (1946). — Suggestions sur de nouveaux matériaux. E. 1633. P. 38/68 (+).

83-19. Utilisation de la cendre de combustible pulvérisé dans la construction et dans les travaux publics (Utilisation of pulverised fuel ash in the building and civil engineering industries). BESSEY (G. E.); *Inst. Fuel Pulverised Fuel Conference Trans.* (juin 1947), 15 p. — La cendre de combustible a été essayée principalement dans le domaine de la fabrication du ciment, du béton, et comme matériau pour la fabrication des briques et des tuiles. Aucun de ces usages ne s'est révélé jusqu'ici avantageux au point de vue économique. E. 1913. 80/28 (+).

Métaux.

84-19. Recherches chimiques pour la prévention de la corrosion : travaux récents d'un groupe de recherches sur la corrosion (Chemical research and corrosion control : some recent contributions of a corrosion research group). VERNON (W. H. J.); *Soc. Chem. Ind. J.* (1947). — Revue des travaux de la Section de Recherches sur la corrosion du Laboratoire de Recherches Chimiques, y compris les travaux exécutés pour le Ministère du Travail sur les essais de corrosion atmosphérique accélérée et sur le prétraitement des surfaces métalliques. E. 1276. P. 73/20 (+).

85-19. Les métaux non ferreux dans la construction (Non-ferrous metals in building). *Build. Dig.* (nov. 1947). — E. 1815. P. 79/19 (+).

86-19. Matériaux en alliage d'aluminium pour recueillir les eaux de pluie (Rainwater goods in aluminium alloy). SNUSHALL (C. T.); *House-Builder* (oct. 1947), p. 205-207. — Résumé de tous les types courants de matériaux en aluminium coulés et emboutis, en vue de leur utilisation pour recueillir les eaux de pluie. Notes sur les précautions à prendre pour leur montage. E. 1767. P. 78/29 (+).

87-19. Les ponts en aluminium, les engins de levage et les excavateurs. REINHOLD (J.); *Rev. Alum.* (avril 1948), n° 143, p. 123-128, 7 fig. — Exemples d'utilisation de l'aluminium et ses alliages pour la construction des ponts, des ponts roulants, des draglines. Pour les ponts, exemples du pont sur la rivière Grasse et du pont sur la rivière Wear. E. 2940 (◇).

88-19. La couverture en zinc préfabriquée. GRUNBERG (R.); *Equip. Techn.* (mars 1948), n° 5, p. 3-5, 4 fig. — Description d'un procédé de fabrication de toitures en zinc en éléments préfabriqués de 1,90 x 0,78 m sans aucune soudure. Panneaux de 22 kg de pose rapide sans main-d'œuvre spécialisée. E. 2600 (◇).

Matériaux rocheux naturels.

89-19. Étude minéralogique des graviers à béton (Petrography of concrete aggregate). RHOADES (R.), MIELENZ (R. C.); *J. Am. Conc. Inst.* (juin 1946), p. 581-600. — L'expérience montre que l'étude minéralogique peut suppléer aux renseignements fournis par la routine et que chaque fois que cela est possible, les essais courants de réception devraient être complétés par un examen fait par un minéralogiste, rompu aux problèmes du béton. Les propriétés des graviers sont étudiées et discutées, et les méthodes minéralogiques décrites. E. 2005, p. 8 (◇).

90-19. Essais de sables à béton par la méthode du décapage aux alcalis (Alkali etching tests on concrete aggregates). PARSONS (W. H.), INSLEY (H.); *J. Am. Conc. Inst.* (janv. 1944), p. 229-244. — Examen au microscope de surfaces polies de roches et de minéraux après décapage par des oxydes alcalins hydratés et des solutions de sulfates. E. 2005, p. 2 (◇).

91-19. Action du soufre sur les bitumes. ARIANO (R.); *Ric. e Studi* (1941), vol. 5, p. 33. — Étude des phénomènes d'abaissement du point de fusion de bitume par l'addition de soufre. E. 2669 (◇).

92-19. Adhésion du bitume aux matériaux rocheux. ARIANO (R.); *Ric. e Studi* (1941), vol. 5, p. 109. — Résultats de recherches expérimentales sur l'adhérence du bitume aux matériaux rocheux et sa variation en fonction de la pénétration, de la nature de la pierre, de l'acidité du bitume, de l'émulsif. E. 2669 (◇).

93-19. Le bitume Selenizza. Note I : l'« épuré » et le bitume que l'on en extrait. ARIANO (R.); *Ric. e Studi*, vol. 5, p. 41. — Caractéristiques du bitume Selenizza en ce qui concerne sa teneur en asphaltènes, sa dureté et son adhésivité, sa richesse en hydrocarbures aromatiques, son poids moléculaire et sa richesse en silice. E. 2669 (◇).

Plâtre.

94-19. Fabrication et utilisation actuelles des éléments préfabriqués en France. GILARDI (P.); *Entr. Usine Mod.* (17 avril 1948), n° 148, p. 3-5. — Dans cette conférence l'auteur décrit quelques réalisations d'éléments préfabriqués en plâtre : panneau C. I. P., placoplâtre, panneaux MARTINS, panneaux STAFILD, revêtements et cloisons SAMIEX, panneaux BELLROCK. Intérêt de ces fabrications. E. 2598 (◇).

Ciments.

95-19. Dictionnaire du ciment et de ses divers emplois. ANSTETT (F.), édit. Eyrolles, Paris (1947). Un vol. de 235 p., 32 fig. — Ouvrage où l'on trouve dans l'ordre alphabétique tous les termes relatifs à l'industrie et à l'emploi du ciment avec les renseignements qui s'y rapportent. E. 3404 (◇).

96-19. Les types de ciments hydrauliques et leurs usages (The types of hydraulic cement and their uses). *Build. Res. Stat.* (1948), n° A. 14, 9 p. — Indications sur les types variés de ciments utilisés en Grande-Bretagne, en Amérique, en Allemagne et en France et sur leur dénomination. E. 2226. 83/39 (+).

97-19. Faut-il délayer le ciment Portland ? (Should Portland cement be dispersed?). POWERS (T. C.); *J. Am. Conc. Inst.* (nov. 1945), p. 117-140. — Définitions du mouillage et du délayage. Cas du ciment Portland. Un agent hydraulique n'est pas nécessaire en raison de l'hydraulicité du Portland. L'interaction des particules est faible ou nulle dans une pâte fraîche à l'état délayé. Le délayage est indésirable parce qu'en favorisant la sédimentation et la ségrégation, il détruit la plasticité des pâtes et leur confère les propriétés d'un fluide sans effet favorable sur la vitesse d'hydratation au cours des premières heures. Une réduction de l'interaction accroît le ressuage; l'action de l'air absorbé est inverse, et par suite, compense les effets du délayage. Effets produits par divers agents, selon les ciments utilisés. E. 2005, p. 6 (◇).

98-19. Les mélanges de ciment Portland-Rosendale procurent une haute résistance au gel (Portland-Rosendale cement blends give high frost resistance). WAIT (B. H.); *J. Am. Conc. Inst.* (juin 1946), p. 697-700. — Résultats de l'emploi dans de nombreux travaux de revêtements de chaussées dans les États du Nord-Est, de ciments Portland mélangés, dans le but de réduire la désagrégation par l'action du froid, la proportion d'air inclus atteignant 1 % seulement. Ces résultats furent satisfaisants et le poids du béton était supérieur à celui que l'on obtient avec des Portland normaux à la résine Vinsol. E. 2005, p. 10 (◇).

99-19. Effet des alcalis dans le ciment Portland sur la durabilité du béton (The effect of alkalies in Portland cement on the durability of concrete). BAILEY TREMPER; *J. Am. Conc. Inst.* (nov. 1944), p. 89-104. — Observations sur le chantier et au laboratoire : elles concordent, et démontrent l'aptitude à réagir des graviers à béton dérivés des laves volcaniques; lorsqu'on utilise des ciments à faible teneur en alcalis, les structures sont en excellente condition même au bout de 20 ans. Le taux de retrait dépend de la dureté des conditions climatiques. La sensibilité à la réaction des graviers utilisés peut être montrée par une combinaison de conservation dans l'humidité et des cycles de gel et dégel. Le principal, sinon le seul facteur influençant la désintégration dans cet essai est la quantité d'alcali contenue dans le ciment, soit qu'il soit présent initialement ou bien additionné au moment du mélange. E. 2005, p. 4 (◇).

100-19. Quelques propriétés de ciments Portland pouzzolaniques (Some properties of Portland pozzolana cements). KALOUSEK (G. L.), JUMPER (C. H.); *J. Am. Conc. Inst.* (nov. 1943), p. 145-164. — Essais de résistance, de réaction à des combinaisons de cycles de gel et dégel, dessiccation et infiltrations d'eau, résistance à l'action de solutions de sulfate, variations linéaires en autoclave, et chaleur d'hydratation. Les ciments Portland pouzzolaniques présentèrent des résistances approchant et dans certains cas dépassant celles qui sont exigées par les spécifications des ciments Portland. A peu près les mêmes variations linéaires affectèrent tous les ciments au cours des essais d'humidité et de dessiccation alternés. Les ciments Portland pouzzolaniques résistèrent mieux à l'attaque d'une solution de sulfate de soude que les ciments Portland. Les chaleurs d'hydratation et les résistances aux cycles de gel, dégel et dessiccation (65° C, 150 F) des ciments Portland pouzzolaniques soutenaient assez favorablement la comparaison avec les éléments correspondants des ciments Portland. E. 2005, p. 1 (◇).

101-19. Le ciment alumineux (Aluminous cement). HUSSEY (A. V.); *Highw. Bridges Aerod.* (7 avril 1948), vol. 14, n° 718, p. 1-4. — Propriétés générales du ciment alumineux ou fondu et sa mise en œuvre : durcissement rapide, résistance chimique aux sulfates et à certains acides organiques (acide lactique). L'emploi du ciment fondu n'est fructueux qu'à la condition de le mettre en œuvre rationnellement dans le béton, en prenant soin notamment d'humidifier régulièrement le béton. D'autres avantages du ciment fondu sont mentionnés : bétonnage par temps froid, fabrication de béton réfractaire en utilisant des briques réfractaires écrasées comme agrégat. — Application aux cas des bétons routiers hydrauliques. E. 2537 (◇).

102-19. Essais de ciments à maçonnerie (Tests of masonry cements). WASHA (G. W.); *J. Am. Conc. Inst.* (nov. 1943), p. 165-172. — Résultats d'essais exécutés sur sept ciments à maçonner. Les propriétés étudiées sont : absorption d'eau, résistance à la traction et à la compression, variations linéaires provoquées par l'autoclave et par trois conditions différentes de magasinage. Les propriétés concernant les résistances et variations de dimensions ont été observées pendant 5 années. E. 2005, p. 1 (◇).

103-19. Essai chimique mesurant la réaction des agrégats avec les ciments alcalins (Chemical test for reactivity of aggregates with cement alkalies). MIELENZ (R. C.), CREENE (K. T.), BENTON (E. J.); *Amer. Conc. Inst. J.* (1947), p. 193-221. E. 1913. P. 80/16 (+).

104-19. Emploi du mâchefer comme agrégat pour le béton ordinaire et le béton préfabriqué (Clinker aggregate for plain and precast concrete); *Brit. Stand. Inst.* (1947), n° 1165, 8 p., 2 fig. — Cette spécification définit le terme « mâchefer ». Elle indique les essais à faire subir à ce matériau, la façon de prélever les échantillons. Table indiquant la perte de poids par ignition. Essais de solidité. Méthodes à employer. Trois classes de mâchefer. Façons de les utiliser. E. 2288 (◇).

Agglomérés.

105-19. Quelques notes sur la fabrication des agglomérés de construction. THIÉBAULT; *Rev. Mat.* (avril 1948), n° 391, p. 131-133. — Limitation de l'étude aux agglomérés de sable, de scories et de laitiers. Caractéristiques des sables de diverses provenances, composition granulométrique du sable, dosage des liants et proportion d'eau à admettre pour la fabrication des agglomérés de sable : comment exécuter leur malaxage. Caractéristiques des mâchefers, des produits d'incinération des ordures ménagères, des crasses d'installations métallurgiques et du sable de laitier que l'on utilise pour la confection des agglomérés de scories; précautions à prendre et dosages à observer. E. 2775 (◇).

106-19. Maisons avec murs en blocs de béton de la Compagnie Sucrière « Mercédès », S. A. (Casas con muros de bloques de hormigón de la compañía azucarera Mercedes, S. A.); *Cemento Portland* (févr. 1948), n° 14, p. 19-20, 5 fig. — Détails de fabrication de blocs creux 40 × 20 × 20 cm pour la construction de maisons dans la province de Tucuman. Indications sommaires sur les installations. E. 2558 (◇).

107-19. Produits à base de béton, nés pendant la guerre (War-born concrete products). MOORE (C. F.); *J. Am. Conc. Inst.* (avril 1944), p. 441-456. — Ces produits sont nés par suite de la nécessité d'épargner les matériaux manquants (notamment l'acier). Plus de 200 000 000 de pièces d'agglomérés de béton ont été utilisées dans la construction d'habitations provisoires de guerre. 185 fabricants dans 35 États produisirent plus de 3 000 000 d'éléments préfabriqués de toutes sortes durant l'année 1943. Ces produits sont décrits, et quelques-uns d'entre eux représentés par des illustrations. E. 2005, p. 3 (◇).

108-19. Briques de chaux et de sable (Sand-lime bricks). *Build. Res. Wart. Build.* Bull. n° 20 (1942), 3 p. — Convenablement fabriquées, les briques en chaux et sable valent celles d'argile, sauf en ce qui concerne les attaques par les produits chimiques qui agissent sur le calcaire. L'étude de leurs propriétés, les matières premières, la fabrication ont été revues du point de vue de l'utilisation en temps de guerre. Propriétés : résistance, absorption d'eau et perméabilité, durabilité, adhésion et composition du mortier, pose, plâtrage, mouillage et séchage, résistance au feu, aux explosions, souffle, ébranlement du sol, pénétration aux éclats. E. 2621 (◇).

109-19. Un nouveau matériau de construction. Brique en argile stabilisée par l'asphalte (A new building material... Asphalt-stabilized adobe-brick). *Const. Methods* (avril 1948), vol. 30, n° 4, p. 98-100, 11 fig. — La fabrication des briques d'argile séchées au soleil a été améliorée par l'addition d'asphalte bitumineux émulsionné. On a pu obtenir ainsi un matériau de construction résistant parfaitement à l'humidité. Description du procédé. Matériel employé pour la fabrication des briques. Construction avec ce matériau. Prix de revient. E. 2729 (◇).

Bois.

110-19. De l'usage des bois et en particulier des bois coloniaux. LEDERER (A.); *Sci. Techn.* (1948), n° 4, p. 95-101. Étude des essences de bois européens et coloniaux à employer pour les travaux de charpente, les traverses de chemin de fer, les meubles, carrosseries, manches d'outils, hélices, moyeux, etc., les bois de fente (tonnellerie, bardeaux). Tableaux des bois avec leurs propriétés et leur utilisation. E. 2685 (◇).

111-19. La variation de la résistance à la traction et du module d'élasticité du placage de bois de pin suivant la direction du fil (The variation of tensile strength and modulus of elasticity of hoop pine veneer with the direction of the grain). KINGSTON (R. S. T.); *J. Council Sci. Industr. Res.* (août 1947), vol. 20, n° 3. — Sélection du matériau. Méthode employée pour le prélèvement des échantillons. Méthode d'essai. Résultats d'essai. Courbes représentant la résistance maximum à la traction et le module d'élasticité en fonction de l'angle entre la charge et le fil du bois. Discussion des résultats. Rapport des contraintes. Coefficient de Poisson et théorème de MAXWELL. E. 2807 (◇).

112-19. Structure et propriétés des bois. Propriétés physiques des bois. Comportement du bois selon la température. *Rev. Bois* (mars 1948), vol. 3, n° 3, p. 30-31. — Intérêt de la connaissance du comportement du bois en fonction des écarts de température qu'il peut subir, compte tenu du pourcentage d'humidité qu'il contient. Ses variations dimensionnelles suivant les variations de température et suivant le sens des fibres, superposition du phénomène de rétractibilité. Variation de ses résistances mécaniques (à la compression, à la flexion, au choc), en fonction des variations de température et de sa teneur en eau. Variations de sa structure au-dessus de 160°. E. 2514 (◇).

113-19. Un classement des Normes Britanniques relatives aux produits de la conservation du bois (A British Standards classification of wood preservatives). *Paint. Manuf.* (1946). E. 1633. P. 38/45 (+).

Matériaux isolants.

114-19. Les feuilles « Oppanol » employées comme matériaux isolants dans les travaux de Génie Civil. (Résumé en anglais de documents allemands.) (« Oppanol » foils as insulating material for civil engineering work). (English summary

of original German documents.). *Board Trade* (1947), p. 1. — Utilisées comme garniture des joints de dilatation au lieu de feuilles de plomb, de cuivre ou d'aluminium, elles sont plus élastiques que ces dernières. E. 2226. 83/30 (+).

115-19. Matériaux isolants dans la construction. Publication par la Reichsbahn des normes pour les feuilles d'« Oppanol » ou de matériaux thermo-plastiques analogues (Insulating materials for building purposes. Reichsbahn delivery standards for foils made from « Oppanol » and similar thermo-plastics). *Board Trade* (1947), p. 1. — Matériaux utilisés en particulier pour isoler des eaux au-dessous du niveau de fondation. Renseignements numériques sur l'épaisseur, la résistance à la chaleur, au froid et à la fissuration. E. 2226. 83/31 (+).

Peintures. Pigments. Vernis.

116-19. La couleur dans la construction (Colour in buildings). ALLEN (W.); *Builder* (5-avril 1946), p. 337-338. — Pratique actuelle. E. 1634. P. 39/60 (+).

117-19. Comment réceptionner les travaux du décorateur, le problème des spécifications (Testing decorators' finishes. The specification problem). NEWHAM (H. A.); *Oil Col. Chem. Assoc. J.* (oct. 1947), p. 357-378. — Une discussion sur les trois moyens à employer pour contrôler la qualité des peintures : composition, spécification, essais et évaluation pratique. E. 1767. P. 78/24 (+).

118-19. La décoration par grattage. LEMASSIER; *Trav. Peint.* (mai 1948), vol. 3, n° 5, p. 177, 1 fig. — Description du procédé de décoration dit « scraffito » et du procédé des boîtes d'horloge dites « comtoises ». Processus à suivre pour décorer par enlèvement suivant la méthode ancienne. E. 2786 (◇).

119-19. Lettres dorées ou argentées sous glace au pochoir. LANTERI (A.); *Trav. Peint.* (mai 1948), vol. 3, n° 5, p. 174-176, 2 fig. — L'utilisation du pochoir permet d'obtenir la régularité désirable pour les lettres dorées sous glace. Un nombre limité de pochoirs suffit d'ailleurs pour tous les cas. Le procédé permet également de réaliser des dessins. Procédés pratiques pour confectionner les pochoirs, dessiner les poncifs, découper l'or et fixer les lettres. Quelques règles de bonne exécution. E. 2786 (◇).

Corrosion.

120-19. Sur les cas d'altération des pierres de taille par les fumées. CAMERMAN (C.); *Ann. Inst. Techn. B. T. P.* (mars 1948), n° 14, 20 p., 17 fig. — Degré de pollution de l'atmosphère par les fumées, mode d'altération des roches carbonatées, calcaires et dolomies, des grès, des briques, des mortiers et bétons. Examen objectif des pierres de taille les plus répandues des bassins franco-belges. Classification des pierres du point de vue de l'altérabilité. E. 3194 (◇).

121-19. La protection des constructions contre l'eau souterraine. VARLAN (G.); *Monde Souterr.* (févr. 1948), n° 45, p. 40-45, 16 fig. — Corrosion des composés de ciment sous l'action de l'eau pure, de l'eau séléniteuse, des acides, la corrosion locale du béton armé, la corrosion du béton armé par apport d'énergie extérieure. Manière de réaliser l'étanchéité des couvelages (énumération de revêtements types) ou d'assurer leur imperméabilisation à l'aide d'hydrofuges. E. 2482 (◇).

122-19. Comment lutter contre la corrosion des matériaux de construction. LÉPINGLE (M.); *Ann. Inst. Techn. B. T. P.* (janv. 1948), n° 1, 12 p. — Examen des facteurs qui interviennent dans la corrosion des matériaux. Rôle du contact des métaux avec les foyers de corrosion. Cas des matériaux pierreux et produits céramiques, des verres, des liants hydrauliques. Moyens de protection. Rôle du laboratoire. E. 2608 (◇).

123-19. Procédés actuellement en faveur aux U. S. A. pour la lutte contre la corrosion des canalisations. DEUTSCH; *Techn. Appl. Pétrol. Fr.* (juin 1947), vol. 48, p. 370-371. — Étude de l'agressivité du sol. Emploi de revêtements. Protection cathodique. E. 2668. RS. U. 317 (*).

124-19. Protection contre la corrosion (Protection against corrosion). *Pétroleum* [G.-B.] (avril 1947), vol. 10, p. 81. — Revêtements utilisés dans la protection des métaux contre la corrosion. Protection cathodique des pipe-lines. E. 2668. RS. U. 317 (*).

125-19. Protection contre la corrosion des petits éléments en acier. Étude préliminaire de la Fondation Ratiobow comme base de recherches ultérieures (Corrosie-bescherming van lichte staalskeletten Voorlopige studie van de Stichting

Ratiobow als basis voor verdere onderzoeken). *Bouw* (10 janv. 1948), n° 2, p. 12-14, 3 fig. — Éléments dont le diamètre ou l'épaisseur n'excède pas 5 mm. Causes de la corrosion, dont la principale est l'humidité. Absence d'expériences de longue durée, l'emploi de ces éléments ne remontant pas à plus de 50 ans. Études américaines concluant à une garantie de durée n'excédant pas 30 à 50 cm. Destruction beaucoup plus rapide dans certains cas. Tableau indiquant la vitesse de propagation de la corrosion pour le fer et pour le zinc; écarts considérables dans ces vitesses suivant la situation du bâtiment. Méthodes de protection : phosphatation, etc... E. 2387 (◇).

Stabilité et sécurité des constructions.

126-19. Recherches sur la construction à la Building Research Station (Structural research at B. R. S.). *Builder* (5 mars 1948). — Études en cours sur la construction des ponts, solives et poutres en acier supportant une dalle de béton armé, poutres en acier encastrées partiellement ou entièrement dans le béton. Résultats d'essais. Technique de la construction. Résistance et stabilité des maisons. Surcharges dues au vent, à la neige. Méthodes de constructions et d'essais. Fondations. E. 2709 (◇).

Infrastructure et maçonnerie.

Consolidation du sol.

127-19. Établissement du projet d'un système d'évacuation d'eaux superficielles (Designing a surface water sewerage system). ESCRITT (L. B.); *Surveyor* (1946). E. 1633. P. 38/24 (+).

128-19. Les principes du drainage du terrain (The principles of field drainage). NICHOLSON (H. H.); *Univ. Press.* (1946). Science des sols, problèmes de drainage, spécialement des terrains lourds. Bibliographie. E. 1194. 65/24 (+).

129-19. Calcul et spécification des réseaux d'évacuation (Sewerage design and specification). ESCRITT (L. B.); *Contract. Rec. Munic. Engng* (1947), 293 p. — Traite des principes généraux du drainage du sol et des eaux superficielles, du drainage des terres, du calcul des conduites d'évacuation et de leur appareillage. E. 2224. 81/16 (+).

130-19. Le retrait dans les ouvrages en terre stabilisée au ciment (La contracción en el suelo-cemento). *Cemento-Portland* (févr. 1948), n° 14, p. 21-22, 4 fig. — Importance des joints dans les murs. Description des essais exécutés avec des sols naturels et améliorés par adjonction de sables et ciment. Appareil utilisé pour la mesure du retrait. Résultats. E. 2558 (◇).

131-19. La stabilisation des sols par la méthode du mélange « in situ » (Soil stabilization by the mix-in-place method). ROBERTSON (L.); *Inst. Munic. Engrs J.* (1947). — Notes sur les routes construites à Dartford, Kent, par une méthode qui permet de construire assez rapidement les routes de service pour l'accès aux groupements d'habitation. E. 1276. P. 73/11 (+).

132-19. Rapport relatif au progrès réalisé dans la recherche des méthodes pour la stabilisation de l'infrastructure des voies ferrées. *Railw. Engng* [U. S. A.] — Ce rapport est consacré aux travaux entrepris pour consolider la fondation des voies ferrées au moyen d'injection de coulis de ciment par la méthode pneumatique et la méthode hydraulique. Le rapport indique l'outillage employé, la composition du coulis et décrit le travail et le résultat obtenu sur de nombreuses sections de voies. E. 2976. — Traduction T. P. n° 68 (◇).

133-19. Rapport sur l'état d'avancement des recherches concernant des méthodes de stabilisation des plateformes sous voies ferrées (Progress report of the joint investigation of methods of roadbed stabilization). PECK (R. B.); *Univ. Illinois Bull.* (6 juill. 1946), vol. 43, n° 66, 32 p., 34 fig. — Caractères essentiels du procédé d'injection. Composition du mortier fluide injecté. Mode opératoire. Matériel d'équipement. Points d'injection. Stabilisation de plateformes sur différentes lignes de chemins de fer aux États-Unis. Pour chaque cas : procédé, résultats et commentaires. E. 2883 (◇).

134-19. Deuxième rapport sur l'état d'avancement des recherches concernant les méthodes de stabilisation des plateformes sous voies ferrées (Second progress report of the investigation of methods of roadbed stabilization). SMITH (R.), PECK (R.), THORNBURN (T. H.); *Univ. Illinois Bull.*, vol. 44

(22 avril 1947), n° 51, 55 p., 53 fig. — Ciment employé pour les injections. Résultats obtenus dans différents secteurs. Travail effectué sur les voies ferrées de différentes compagnies américaines. Pour chaque cas, description du sol, du procédé employé, des résultats obtenus. Nombreuses figures indiquant les coupes en travers et le schéma des voies avec les points d'injection. Analyse mécanique des sables de ballast. E. 2922. E. 2886 (◇).

135-19. L'application de l'électro-osmose aux problèmes pratiques des fondations et terrassements (The application of electro-osmosis to practical problems in foundations and earthworks). *Building Res. Stat.* (1947), 16 p. — Description de la méthode pratiquée en Allemagne pendant ces dernières années. E. 1913. 80/14 (+).

136-19. Application de l'électro-osmose au drainage du sol. MARKWICK (A. H. D.), DOBSON (A. F.); *Engineering* [G.-B.] (7 févr. 1947), p. 121-123. — Si deux électrodes sont enfoncées dans le sol mouillé et si l'on y fait passer un courant électrique, l'eau passera de l'électrode positive vers l'électrode négative. Si l'électrode négative est un point de puisage, celui-ci sera alimenté en eau. Utilisations de ce procédé en Allemagne et en Norvège. E. 2969 (◇).

137-19. Drainage électrique des sols (Electrical drainage of soils); *Highw. Bridges. Aerod.* [G.-B.] (oct. 1947), 1 p. — Description du système d'électro-osmose consistant en l'écoulement forcé de l'eau dans les sols à grains fins au moyen d'une électrode enfoncée dans la couche de sol et en contact avec l'autre. L'électrode négative est un puits filtrant où l'eau se rassemble et est pompée. E. 2970 (◇).

Terrassements.

138-19. Pont de Villeneuve-Saint-Georges. Essais des perforateurs pyrotechniques Brandt sur une dalle en béton le 5 mars 1947. SAGAERT (L.); A. E. T. P. (janv.-févr.-mars 1948), n° 289, p. 209-211, 6 fig. — Vue d'ensemble sur les charges creuses. Description du mode d'action des perforateurs. Essais sur une dalle en béton de cailloux de 70 cm d'épaisseur avec cinq charges de 1 kg de tolite qui ont détaché un volume de béton de 4,3 m³. E. 2765 (◇).

Fondations.

139-19. Fondations de maisons (House foundations). WARD (W. H.); *J. R. I. B. A.* (févr. 1947), vol. 54, n° 5, p. 226-235, 9 fig. — Définition des conditions requises pour l'établissement des fondations de façon à éviter tout mouvement relatif des différentes parties de la maison. Étude du site : mouvement d'ensemble du sol, déformations du sol dues aux variations de charge, variation de volume du sol en fonction des variations atmosphériques, sols argileux pouvant être sujets au retrait. Rendement de la construction. Types traditionnels de fondations. Radier en béton armé. Pieux et poutres. Socle amortisseur de vibrations. E. 2591 (◇).

140-19. Leçons pratiques pour le fonçage des caissons, tirées de la construction du pont de Bâton-Rouge (Practical lessons in caisson sinking from the Baton Rouge Bridge). BLAINE (E. S.); *Engng News Rec.* [U. S. A.] (févr. 1947), vol. 137, p. 85-87, fig. — Difficultés rencontrées dans la construction des fondations des 6 piliers du pont de Bâton-Rouge, long de 2,7 km. Leçons tirées des opérations de fonçage des caissons en béton dans des alluvions d'argile, de sable et de mélange sable et argile. E. 2569. R. S. 8-35648 (*).

141-19. Quelque chose de nouveau... Batardeau en béton au barrage de Bull Shoals (Something new... concrete cofferdam at Bull Shoals). *Const. Methods* (avril 1948), p. 86-90, 9 fig. — Description des travaux effectués pour la construction du barrage de Bull Shoals dans l'Arkansas. Dérivation du cours de la rivière White. Canal de dérivation. Barrage de 92 m de haut et 688 m de long. Détails de construction. Batardeau : description et procédé de construction : piliers sur dalle de béton. Murs de béton. Blocs de béton. Emploi des sables et graviers de la rivière White comme agrégats. Travaux d'excavation mécanique. E. 2729 (◇).

142-19. Les effets des revêtements sur les suintements à travers des fondations perméables (The effect of blankets on seepage through pervious foundations). TURNBULL (W. J.), LANE (K. S.); *Amer. Soc. Civ. Engng Proc.* (oct. 1945). — Quelques exemples et suggestions. E. 1626. P. 31/6 (+).

143-19. L'étude des fondations sur radier (The design of raft foundations). SPICER (C. W. J.); *Conc. Const. Engng*

(mars 1948), vol. 43, n° 3, p. 65-69, 7 fig. — Le centre de gravité de la charge totale doit coïncider avec le centre de la surface de base du radier afin d'assurer une pression uniforme sur le sol. Moment fléchissant. Surcharges. Relation entre la surface du radier et la profondeur des poutres. Limite d'élasticité. Méthode de calcul simplifiée présentant une approximation suffisante, exemple permettant de comparer la méthode ordinaire et la méthode approchée. E. 2362 (◇).

144-19. Malgré l'abondance de neige la construction des fondations se poursuit à l'aéroport de Boston (Plenty of snow... but footings go in at Boston Airport). *Const. Methods* (mars 1948), vol. 30, n° 3, p. 86-88, 13 fig. — Pour ces fondations on utilise des pieux de 30 cm de diamètre en béton armé reposant sur des semelles d'acier. Des groupes de 7 à 30 pieux supportent les fondations en béton armé. Photographies indiquant les procédés de construction. E. 2509 (◇).

145-19. La butée latérale des pieux enfoncés dans le sable (The lateral support afforded to piers founded in sand). PENDER (E. B.); *J. Inst. Engr. Australia* (juill. 1947), vol. 19, n° 7, p. 151-160, 17 fig. — Le but de l'article est de déterminer la profondeur de fondation convenable afin que la butée latérale offerte par le sable soit suffisante pour résister au moment de renversement. Action des forces appliquées horizontalement. État du matériau de fondation. Hypothèses sur son élasticité. Module de Young. Module K. Formules de base. Estimation du moment. Fondation sur sable plastique. Types de charge. Vérification des formules pour différents cas. E. 3035 (◇).

146-19. Formules pour la charge dynamique des pieux avec supplément statique (Dynamic pile-bearing formulae with static supplement). RABE (W. H.); *Engng News Rec.* [U. S. A.] (déc. 1946), vol. 137, p. 60-63, fig. — Formules et facteurs pour les calculs de la capacité de charge des pieux au cours du battage; formules pour les dimensions des sonnettes. Discussion des formules proposées. E. 2569. R. S. 8-35563 (*).

147-19. Quelle que soit l'inclinaison, un chevalet spécial permet de battre les pieux d'une double voie (From any angle, special rig drives 2-way battered piles). ZIMMERMAN (O. A.); *Const. Methods* (mars 1948), vol. 30, n° 3, p. 102-105, 7 fig. — Le problème posé consistait à battre des pieux inclinés dans toutes les directions, en eau profonde. Il a été résolu au moyen d'un chevalet flottant spécialement construit. Ce dernier peut mettre en place des pieux de 29 m dont le nombre total est de 256. Chaque pieu est composé d'un tuyau soudé en spirale, renforcé ensuite par des barres carrées de 20 mm, puis rempli de béton. Mode opératoire. Enfoncement des pieux. Détails concernant la construction du chevalet. E. 2509 (◇).

Agrégats, mortiers, bétons.

148-19. Mortiers pour maçonnerie de briques (Jointing mortars for brickwork). *Build. Res. War. Build. Bull.* n° 16 (1941), 3 p. — Facteurs affectant le type de mortier : résistance maxima demandée pour le mur, action des intempéries sur le mortier, résistance du mur à ces intempéries. Types de mortiers : ciment et sable, ciment, chaux, sable, chaux et sable, avec chaux hydrauliques ou non-hydrauliques, ou à magnésie ou dolomitiques, mortiers noirs ou mécaniques, gypse et produits anhydres et sable. E. 2618 (◇).

149-19. Notes sur la fabrication du béton avec un agrégat de briques broyées (Merkblatt für die Herstellung von Ziegelsplittbeton). HUMMEL (A.) (1945). — E. 1815. 79/37 (+).

150-19. Choix des caractéristiques et contrôle du béton sur les chantiers. BOLOMEY (J.); *Rev. Mat.* (avril 1948), n° 391, p. 124-125. — Difficultés relatives au contrôle de la qualité du ciment sur les petits chantiers; processus à suivre pour éviter ces écueils. Simplification de l'appareillage nécessaire au contrôle des résistances du béton en opérant sur des petits prismes. Qualités requises pour l'eau de gâchage. Conditions d'une bonne mise en œuvre et d'un durcissement correct. Essais simples permettant, en cas de contestation, d'apprécier la consistance d'un béton et de contrôler la granulation du ballast. E. 2775 (◇).

151-19. Recommandation pour la détermination pratique du dosage d'un béton (Recommended practice for the design of concrete mixes). *J. Am. Conc. Inst.* (nov. 1943), p. 93-116. — Rapport du Comité de l'A. C. I. 613. E. 2005, p. 1 (◇).

152-19. Graphiques pour le dosage des constituants du béton (Chart for the design and adjustment of concrete mixes). BURR (H. E.); *J. Am. Conc. Inst.* (sept. 1943), p. 53-60. — Les courbes présentées permettent l'expression directe des trois

variables intéressant la composition du béton. Les graphiques se prêtent aisément et rapidement à la solution des problèmes posés par la détermination d'un dosage. E. 2005, p. 1 (♦).

153-19. Méthodes pour la préparation des mélanges de béton (Concrete mixture design exercises). WALKER (S.); *Concrete Chicago* (1947). — Tables et exemples de calculs pour la détermination des poids respectifs des composants permettant de produire un béton de résistance et de consistance déterminées. E. 1276. P. 73/21 (+).

154-19. Étude de la composition des bétons (Design of concrete mixes). *Road Res.* (1947), n° 4, 10 p., 12 fig. — La détermination du dosage est facilitée par les tableaux annexés au fascicule. Ces tableaux indiquent la résistance en fonction du rapport eau-ciment dans les cas où l'on emploie du ciment Portland ordinaire, et du ciment Portland à prise rapide; la résistance moyenne des cubes; les usages des bétons de différentes compositions suivant les agrégats employés; les rapports agrégats-ciments, la granulométrie des sables et graviers. Ces tableaux sont complétés par des courbes. Exemple d'utilisation de la méthode. E. 2624 (♦).

155-19. L'usine moderne de Littau (Lucerne). La préparation du gravier (Modern plant at the Littau (Lucerne) gravel works). BENDEL (L.); *Schweiz. Bauzig* (1947). — Description détaillée et illustrations de l'usine. Préparation du gravier et du sable pour les travaux. E. 1276. P. 73/9 (+).

156-19. Possibilité de déterminer la consistance des mortiers et des bétons en se basant sur le rapport agrégat/ciment. CATTANEO (M.); *Ric. e Studi* (1941), vol. 5, p. 187. — Traduction par un diagramme de l'influence sur la résistance de la valeur du rapport agrégat/ciment et de la teneur en eau. E. 2669 (♦).

157-19. Facteurs affectant la dilatation thermique des agrégats du béton (Factors affecting the thermal expansion of concrete aggregate materials). PARSONS (W. H.), JOHNSON (W. H.); *J. Am. Conc. Inst.* (avril 1944), p. 457-468. — Étude de la dilatation par la chaleur d'agrégats par la méthode de l'interféromètre optique. Les coefficients de dilatation de la plupart des agrégats sont voisins ou même compris entre les valeurs de ceux des ciments Portland durcis. L'orientation des cristaux, la structure des roches et la composition sont étudiées du point de vue de leur influence sur la dilatation et leur rapport avec l'inaltérabilité du béton. E. 2005, p. 3 (♦).

158-19. Réactions des agrégats dans les solutions alcalines (Reactivity of aggregate constituents in alkaline solutions); BEAN (L.), TREGONING (J. J.); *J. Am. Conc. Inst.* (sept. 1944), p. 37-52. — Le degré de réaction aux solutions de bases alcalines est déterminé au moyen d'un essai accéléré à 122° C. E. 2005, p. 4 (♦).

159-19. Conseils pour le remplacement des agrégats naturels par de la brique pilée et des débris de briques (Richtlinien für den Austausch natürlicher Zuschlagstoffe durch Ziegelsand und Ziegelsplitt). HUMMEL (A.) (1946). — E. 1815. 79/38 (+).

160-19. Données complémentaires relatives à l'effet sur la tenue du béton de l'emploi d'agrégats de faible coefficient de dilatation thermique (Supplementary data on the effect of concrete aggregate having low thermal coefficient of expansion). PEARSON (J. C.); *J. Am. Conc. Inst.* (sept. 1943), p. 33-40. — Suite de l'étude donnée dans « A concrete failure attributed to aggregate of low thermal coefficient », vol. 38, p. 29 (Défaillance du béton attribuée aux agrégats de faible coefficient thermique). Un nombre limité d'essais sur des poutres contenant deux types d'agrégats de faible coefficient et un type de gravier siliceux ont été réalisés, ces éprouvettes étant soumises à des cycles de variations de température allant de — 20 F (— 24° C) à la température de la salle. Les agrégats à faible coefficient thermique peuvent constituer une source de dangers dans le béton exposé aux climats froids. E. 2005, p. 1 (♦).

161-19. Le béton dans les bases avancées des E.-U. (Concrete at advanced bases). RASMUSSEN (I. S.); *J. Am. Conc. Inst.* (avril 1946), p. 541-552. — La plupart des travaux en béton des bases avancées de l'Armée Navale des E.-U. dans les Iles du Pacifique ont été construits avec des agrégats de corail parce qu'ils étaient les seuls disponibles. Certains coraux ne le cédaient qu'à peine, en résistance, aux bétons faits de sable de gravier ou de roches broyées. E. 2005, p. 8 (♦).

162-19. L'essai de dilatation et la mesure de la réaction des alcalis sur les graviers (The expansion test as a measure of alkali-aggregate reaction). BLANKS (R. F.), MEISSNER (H. S.); *J. Am. Conc. Inst.* (avril 1946), p. 517-540. — A la suite de la découverte selon laquelle certains graviers sont

attaqués par des ciments contenant des alcalis en excès, il est devenu courant de faire des mesures de dilatation sur des éprouvettes contenant du produit réactif. Étant donné les limites d'un tel test, et la variété des manières selon lesquelles il a été exécuté, on a accumulé des données fort contradictoires, dont les différences sont discutées, et des recommandations sont faites pour une assez large tolérance dans l'interprétation des résultats. Un procédé est proposé pour estimer le potentiel réactif des graviers. E. 2005, p. 8 (♦).

163-19. Limitation de la fissuration et de l'augmentation de la température du béton massif (Cracking and temperature control of mass concrete). RAWHOUSER (C.); *J. Am. Conc. Inst.* (févr. 1945), p. 305-348. — Certaines caractéristiques du béton massif qui a pris une importance accrue au cours de ces dernières années en raison de la construction de très grandes digues de béton. E. 2005, p. 5 (♦).

164-19. Raccordement du béton neuf au béton ancien (Bonding new concrete to old). DAVEY (N.); *Build. Res.* (1936), n° 9, 6 p., 3 fig. — Il y a lieu de prendre certaines précautions pour raccorder le béton neuf au béton ancien, principalement lorsque l'ouvrage doit être en contact avec l'eau de mer. Béton au ciment normal de Portland et au ciment de Portland à prise rapide. Différents cas suivant l'ancienneté du béton primitif : moins de 4 h, moins de 3 j, plus de 3 j. Béton de ciment à haute teneur alcaline. Raccordement de différentes sortes de ciment. Emplacement des joints pour éviter les points faibles. Nécessité de couler les piliers en une seule opération. E. 2626 (♦).

165-19. Études relatives au mécanisme de la dilatation du béton sous l'action d'un sable alcalin (Studies relating to the mechanism by which the alkali-aggregate reaction produces expansion in concrete). HANSEN (W. C.); *J. Am. Conc. Inst.* (janv. 1944), p. 213-228. — La dilatation et les fendillements de certaines structures de béton ont été attribués à une réaction entre le sable et les bases alcalines produites par l'hydratation du ciment. Présentation d'une hypothèse sur le mécanisme de la réaction. Elle semble expliquer de manière satisfaisante pourquoi la silice opaline ne provoque pas de dilatation anormale par la réaction avec la chaux vive. E. 2005, p. 2 (♦).

166-19. Accroissement de la dilatation du béton due à la réaction du sable alcalin (Accelerated tests of concrete expansion due to alkali-aggregate reaction). CARLSON (R. W.); *J. Am. Conc. Inst.* (janv. 1944), p. 205-212. — Effet d'accélération de la soude additionnée à l'eau de mélange et des températures de magasinage. Les sables contenant de la silice provoquent une certaine dilatation aux températures élevées et, inversement, le manque de silice dans le sable donne une diminution de la dilatation. E. 2005, p. 3 (♦).

167-19. Composition d'asphalte et de latex pour colmater les joints (Asphaltic oil-latex joint-sealing compound). PO-COCK (B. W.); *J. Am. Conc. Inst.* (juin 1946), p. 565-580. — Description des essais de laboratoire prescrits par le Département des Grandes Routes de l'État de Michigan pour mesurer la valeur de ces produits et compte rendu des résultats de leur application pratique. Essais de spécifications pour le Michigan de ces types de compositions. E. 2005, p. 8 (♦).

168-19. Méthode d'exécution des joints dans la construction de la digue de Shasta (Construction joint clean-up method at Shasta dam). RIPPON (C. S.); *J. Am. Conc. Inst.* (févr. 1944), p. 293-304. — Cette méthode prévoit la pose d'un lit de 5 cm d'épaisseur de sable humide répandu sur le béton aussitôt que la surface s'est suffisamment durcie pour supporter le roulage nécessaire. Le nettoyage nécessite par la pose de la couche suivante du béton consiste à enlever le sable humide et à laver à grands jets d'air et eau sous pression. Cette méthode a été abandonnée au bout de 9 mois, les joints furent nettoyés avec des jets d'eau et de sable humide immédiatement avant la pose de la couche suivante de béton. E. 2005, p. 2 (♦).

169-19. Tensions de retrait dans le béton (Shrinkage stresses in concrete). PICKETT (G.); *J. Am. Conc. Inst.* (janv. 1946), p. 165-204; (févr. 1946), p. 361-400. — Les expressions théoriques des déformations du béton (poutres et plaques) qui se produisent pendant le cours du séchage et celle de la distribution du retrait qui l'accompagne sont formulées dans la 1^{re} partie. Différents essais sont décrits qui, lorsqu'ils sont pratiqués en harmonie avec la théorie procurent un moyen d'étudier quelques-unes des propriétés fondamentales du béton et de prévoir les possibilités du béton sous certaines conditions d'application dans la pratique. E. 2005, p. 7 (♦).

170-19. Un dispositif pour la détermination de la profondeur des crevasses superficielles du béton (A device

for determining the depth of surface cracks in concrete). YOUNG (R. B.); *J. Am. Conc. Inst.* (avril 1944), p. 401-408. — Description du dispositif au moyen duquel une solution colorée est injectée de force dans la crevasse. La profondeur de la crevasse est déterminée par un essai de pression. Résultats obtenus en se servant de ce dispositif. E. 2005, p. 2 (◇).

171-19. Compte rendu des essais entrepris sur du béton sans éléments fins en vue de résister à des efforts de compression, aux efforts transversaux et de torsion (Report on tests carried out on no-fines concrete for compressive transverse and torsional strength). BOYD (A. F.); *Comm. Exp. Build. Stat.* (1946), 14 p. — E. 1767, 78/31 (+).

172-19. Évaluation de la résistance d'un béton au bout de 28 jours à partir des résistances antérieures. Erreur probable (Estimating 28-day strength of concrete from earlier strengths including the probable error of the estimate). CRESKOFF (J. J.); *J. Am. Conc. Inst.* (avril 1945), p. 493-512. — E. 2005, p. 6 (◇).

173-19. La souplesse caractérise l'installation de bétonnage du barrage d'Allatoona (Flexibility marks Allatoona aggregate plant). *Const. Methods* (mars 1948), vol. 30, n° 3, p. 90-96, 15 fig. — Pour le barrage d'Allatoona, on a établi une installation permettant de fournir 4 000 t de béton par jour. Nature des matériaux rocheux employés. Description générale de l'installation, de la carrière à la livraison du béton. Détails concernant le transport, le chargement, le broyage, le mélange, etc... Récupération des pierres. Prix de revient de l'aggloméré. Composition du ciment employé. E. 2509 (◇).

174-19. Béton pompé jusqu'à des coffrages couissants élevés (Concrete pumped to high sliding forms). *Const. Methods* (févr. 1948), vol. 30, n° 2, p. 94-96, fig. — La solution a été adoptée en raison du manque de place pour l'installation des organisations habituelles. E. 2357 (◇).

175-19. Coulée continue d'une dalle pendant 22 heures (22-Hr. continuous pour on slab). *Const. Methods* (févr. 1948), vol. 30, n° 2, p. 106-107, fig. — Il s'agit du radier d'un bâtiment construit à Oakland (Calif.). Organisation du chantier. E. 2357 (◇).

176-19. La protection et la décoration du béton, avec étude spéciale sur l'exposition à l'eau (The protection and decoration of concrete with particular reference to exposure to water). BRYSON (C.); *Water Engng* (déc. 1945). E. 1626. P. 31/32 (+).

177-19. Malgré le froid intense, le bétonnage du barrage du Maine se poursuit (Twenty below... but concreting continues on Maine dam). *Const. Methods* (mars 1948), vol. 30, n° 3, p. 80-85, 17 fig. — L'installation principale comprend un barrage devant alimenter deux générateurs de 12 000 KVA. La construction se poursuit pendant l'hiver grâce à des chaufferies développant 232 Cv qui permettent de maintenir les matériaux à la température convenable. Description de l'installation et de son fonctionnement. Dispositifs permettant de protéger le béton contre le froid pendant 3 j, et de faire circuler l'eau nécessaire aux besoins du chantier. Le prix de revient est naturellement élevé. E. 2509 (◇).

178-19. Essais de gel et de dégel de béton fait de différents agrégats (Freezing and thawing tests of concrete made with different aggregates). SANTON WALKER; *J. Am. Conc. Inst.* (juin 1944), p. 573-588. — Informations résumées sur des essais de gel et de dégel. Description d'un « facteur d'inaltérabilité » qui peut être calculé comme une fonction des cycles des gels et dégels et son influence sur le module d'élasticité du béton mesuré dynamiquement. E. 2005, p. 3 (◇).

179-19. Protection du béton contre le gel à l'altitude 2 850 m (Frost protection for concrete at el. 9 050). *Engng News Rec.* [U. S. A.] (30 oct. 1947), p. 76-78, 610-612. — Description des travaux de protection du barrage de Gem Lake Dam, ouvrage à plusieurs arches détérioré par le gel. En 1945, il fut décidé d'appliquer une couche de gunité armée sur la surface des 10 m supérieures des arches. L'armature constituée par grillage à fil galvanisé de 2,7 mm et maille de 5 cm placée au centre du revêtement de 5 cm d'épaisseur de gunité composé de 4,5 parties de sable calibré et d'une partie de ciment. Ce revêtement donne jusqu'ici satisfaction. E. 2977 (◇).

180-19. Durcissement de la surface des planchers (béton ou béton de granit) (Surface hardening of floors (concrete or granolithic). *Build. Res. Stat.* (oct. 1947). — Les traitements utilisent le silicate de soude, le silicofluorure de magnésium ou de zinc, les huiles et peintures siccatives. E. 1815, 79/30 (+).

181-19. Traitement par la vapeur à haute pression (High pressure steam curing). *J. Am. Conc. Inst.* (avril 1944), p. 409-416. — Rapport sur le procédé par le Comité de l'A. C. I. 716.

Traitement par la vapeur à haute pression pour la réduction du retrait des bétons; liste très importante de références. E. 2005, p. 2 (◇).

182-19. Traitement du béton avec des compositions pour colmatages (Curing concrete with sealing compounds). BLANKS (R. F.), MEISSNER (H. S.), TUTHILL (L. H.); *J. Am. Conc. Inst.* (avril 1946), p. 493-512. — Méthodes pour l'utilisation de compositions pour boucher les trous. E. 2005, p. 8 (◇).

183-19. Méthodes de traitement du béton (Concrete curing methods). *J. Am. Conc. Inst.* (févr. 1945), p. 349-356. A. S. T. M. STANDARDS. — E. 2005, p. 5 (◇).

184-19. L'efficacité de différents traitements et enduits destinés à réduire la perméabilité du béton à l'huile minérale (The effectiveness of various treatments and coatings for concrete in reducing the penetration of kerosene). HORNIBROOK (F. B.); *J. Am. Conc. Inst.* (sept. 1944), p. 13-20. — Des mesures ont été faites de la perméabilité à l'huile minérale sous une pression de 3,60 m de disques de béton qui avaient reçu différents traitements de protection. E. 2005, p. 4 (◇).

185-19. Peinture de surfaces intérieures de béton. L'expérience d'une organisation (Painting interior concrete surfaces: the experience of one organization). CHISHOLM (T. H.); *J. Am. Conc. Inst.* (avril 1947), p. 913-916. — Une expérience de 25 années dans la peinture des intérieurs des immeubles construits en béton a démontré que si l'on prend quelques précautions simples elle n'offre pas plus de difficultés que la peinture du bois et d'autres matériaux. Description des procédés de la Commission de l'Energie Hydro-Électrique de l'Ontario. E. 2004, p. 15 (◇).

186-19. Serrage du béton autour des armatures dans les coffrages de murs, au moyen de jets d'air comprimé (Air jets compact concrete around reinforcing in wall forms); *Engng News Rec.* (29 avril 1948), vol. 140, n° 18, p. 92, 1 fig. — Dans les parties d'ouvrages où la densité d'armatures est forte, la vibration ordinaire présente des inconvénients, démolit les attaches et les coffrages. Le soufflage d'air comprimé assure un excellent serrage et n'a pas ces inconvénients. Exemple d'emploi à San José, (Californie). Le dispositif simple comprend une tubulure percée de trous disposés en hélice et dont l'axe est incliné sur l'axe du tube. Formes diverses. E. 2949 (◇).

187-19. Produits d'addition pour bétons (Admixtures for concrete). *J. Am. Conc. Inst.* (nov. 1944), p. 73-88. — Rapport du Comité de l'A. C. I. 212. Le Comité 212 a classé les mélanges en 9 groupes principaux. Des discussions sont développées sur les facteurs qui doivent indiquer l'utilité des mélanges de chaque groupe: 1° Accélérateurs; 2° Agents pour l'incorporation d'air; 3° Matières pouzzolaniques; 4° Matériaux naturels pour ciment; 5° Agents de formation de gaz; 6° Retardateurs; 7° Agents hydrofuges; 8° Agents facilitant le travail; 9° Divers. E. 2005, p. 4 (◇).

188-19. Effet de l'emploi de mélanges de ciments et de ciments traités à la résine Vinsol sur la durée d'un béton (Effect of use of blended cements and Vinsol resin-treated cements on durability of concrete). KELLERMANN (W. F.); *J. Am. Conc. Inst.* (juin 1946), p. 681-688. — Présente une partie des résultats obtenus dans les recherches poursuivies par l'Administration des Ponts et Chaussées en utilisant des mélanges de ciment Portland avec des ciments naturels et des ciments traités à la résine VINSOL. Les résultats présentés s'appuient sur les essais de résistance au gel et au dégel. E. 2005, p. 10 (◇).

189-19. Utilisation pratique du ciment à la résine Vinsol (Field use of cement containing Vinsol resin). WUERPEL (Ch. E.); *J. Am. Conc. Inst.* (sept. 1945), p. 49-84. — Résultats obtenus avec 22 398 éprouvettes d'essais confectionnées à l'occasion de constructions, notamment pendant la période de 1941-1944, accompagnés d'une discussion faisant suite à la mise en œuvre de quantités de ciment contenant 330 000 m³ de résine VINSOL. On en a tiré des comparaisons entre le béton à base de ciment ordinaire et le béton imprégné de résine VINSOL pour autant qu'il altère les résistances à la compression et à la flexion, le poids spécifique, la composition et la mise en œuvre. E. 2005, p. 6 (◇).

190-19. L'échec dans la construction de maisons en béton granulé (Failure in houses of granular concrete). *Bouw* (15 nov. 1947). — L'emploi d'agrégats ferrugineux tend à désagréger les murs en béton. E. 1815, P. 79/18 (+).

191-19. Béton léger pour la construction (Lightweight concrete for housing). *Ill. Carp. Build.* (21 nov. 1947). — Système Woolaway. E. 1815, P. 79/40 (+).

192-19. Influence des conditions de traitement sur les résistances à la compression, à la traction et à la flexion

du béton contenant des graviers à base d'haydite (The effect of curing conditions on compressive tensile and flexural strength of concrete containing haydite aggregate). HANSON (E. B.); NEELANDS (W. T.); *J. Am. Conc. Inst.* (nov. 1944), p. 105-116. — Caractéristiques de résistance de ce type de béton. Elles montrent nettement que la perte rapide d'humidité des bétons à base d'haydite produit une diminution sérieuse des résistances à la traction et à la flexion, sans égard à la durée d'humidification. Cette diminution de résistance, causée par les tensions de retrait du séchage, qui se développent dans les fibres extérieures, est temporaire et paraît pouvoir être freinée par l'application d'une peinture ou d'une membrane de protection. E. 2005, p. 4 (◇).

193-19. Méthodes pour introduire de l'air dans le béton (Methods of entraining air in concrete). SCRIPTURE (E. W.) Jr.; *J. Am. Conc. Inst.* (juin 1946), p. 645-648. — Discussion des méthodes et des mécanismes. Les méthodes comportent l'utilisation de l'aluminium et d'eau oxygénée pour l'absorption d'hydrogène ou d'oxygène respectivement, l'emploi d'agents de dispersion du ciment, si l'on veut de colloïdes protecteurs. Des données sont fournies, qui permettent d'enregistrer la relation qui lie la quantité d'air à l'inaltérabilité telle qu'elle est déterminée par le gel et le dégel. — E. 2005, p. 9 (◇).

194-19. Bétons contenant des agents pour l'incorporation d'air (Concretes containing air entraining agents); *J. Am. Conc. Inst.* (juin 1944), p. 509-572. E. 2005, p. 3 (◇).

195-19. Essais de bétons contenant des ciments Portland à incorporation d'air ou d'autres matériaux à incorporation d'air ajoutés au mélangeur (Tests of concretes containing air-entraining Portland cements or air-entraining materials added to batch at mixer). GONNERMAN (H. F.); *J. Am. Conc. Inst.* (juin 1944), p. 477-508. — Quelques-uns des résultats les plus significatifs obtenus dans des études étendues de laboratoire. Des échantillons de béton furent soumis aux essais de fissuration, de gel et de dégel. La résistance à la fissuration au gel et au dégel en immersion était nettement améliorée pour le béton à incorporation d'air. Un accroissement de la quantité d'air contenue dans le béton provoquait une diminution des résistances à la flexion et à la compression. Ces essais concernent les revêtements routiers. E. 2005, p. 3 (◇).

196-19. Inclusion d'air dans le béton. BOULLOCHE (A.); *Bull. Liaison Docum. Secrét. gén. Aviat. Civ. Commer.* (avril 1948), n° 36, p. 18-22. — Etude de la technique de l'inclusion d'air dans le béton. Produits utilisés. Effets de l'air inclus sur la résistance au gel et au dégel. Répercussion du procédé sur la résistance du béton. Mesure de l'air inclus. Procédés de mise en œuvre. E. 2789 (◇).

197-19. Études au laboratoire de bétons contenant des produits pour l'incorporation d'air (Laboratory studies of concrete containing air entraining admixtures). WUERPEL (Ch. E.); *J. Am. Conc. Inst.* (févr. 1946), p. 305-360. — E. 2005, p. 8 (◇).

198-19. Béton à incorporation d'air. Service des Grandes Routes de Pensylvanie (Air-entraining concrete. Pennsylvania Department of Highways). HERMAN (W. H.); *J. Am. Conc. Inst.* (juin 1946), p. 689-696. — Les expérimentateurs se sont plutôt intéressés aux produits d'additions utilisés qu'au pourcentage d'air absorbé et cet emploi a été guidé par les difficultés rencontrées avec des ciments à grains fins qui entraînaient la recherche d'additions pour améliorer la durabilité du revêtement. E. 2005, p. 10 (◇).

199-19. Méthode simple et précise pour déterminer la quantité d'air inclus dans le béton frais (A simple accurate method for determining entrained air in fresh concrete). BENHAM (S. W.); *J. Am. Conc. Inst.* (juin 1946), p. 677-680. — E. 2005, p. 9 (◇).

200-19. Méthode de mesure directe de l'air inclus dans le béton (A method for direct measurement of entrained air in concrete). KLEIN (W. H.), WALKER (S.); *J. Am. Conc. Inst.* (juin 1946), p. 657-668. — Puisque la quantité d'air contenue dans le béton est de première importance et que les méthodes actuellement en usage pour déterminer cette valeur comportent des inconvénients, la méthode de la pression qui applique la loi de BOYLE, présente certains avantages. L'article présente une description avec illustrations de l'appareil de KLEIN, le processus de l'essai, le calcul de la proportion d'air, le réglage de l'appareil, les données qui interviennent dans l'application de la méthode. E. 2005, p. 9 (◇).

201-19. Dispositifs mécaniques de distribution de produits pour l'incorporation d'air (Mechanical dispensing devices for air-entraining agents); BRICKETT (E. M.); *J. Am. Conc. Inst.* (juin 1946), p. 673-676. — Description de plusieurs mécanismes pour la mesure précise de produits d'addition. Du moment

que la quantité de solution est relativement faible, la précision est essentielle si l'on veut obtenir des résultats uniformes. E. 2005, p. 9 (◇).

202-19. Distributeur automatique de produits pour l'incorporation d'air (Automatic dispensing equipment for air-entraining agents). KAUFMAN (R. R.); *J. Am. Conc. Inst.* (juin 1946), p. 669-672. — Dispositif permettant de mettre un produit dans le mélange de béton, au mélangeur avec toute la précision désirable. E. 2005, p. 9 (◇).

203-19. Effet de l'incorporation d'air sur le béton à sable calcaire (Effect of air entrainment on stone sand concrete). GOLDBECK (A. T.); *J. Am. Conc. Inst.* (juin 1946), p. 649-656. — Un sable calcaire qui a été utilisé avec succès pour des chaussées et d'autres structures, a fait l'objet d'une série d'essais à l'Association Nationale des Pierres broyées, destinés à améliorer la valeur industrielle et l'inaltérabilité du béton fait avec ce sable. Les résultats avec ou sans résine VINSOL furent favorables à l'emploi de ce produit d'addition. Les données enregistrées comportent les matériaux, les devis de mélanges, les essais de gel et dégel. E. 2005, p. 9 (◇).

204-19. Homogénéité du béton à incorporation d'air (Homogeneity of air-entraining concrete). KENNEDY (H. L.); *J. Am. Conc. Inst.* (juin 1946), p. 641-644. — Le test employé est celui de la résistance à l'usure. Des données reportées sur un graphique montrent qu'il existe un accroissement progressif de l'usure dans les éprouvettes quand la quantité d'air contenue augmente au delà de 6 %. E. 2005, p. 9 (◇).

205-19. Études de béton à incorporation d'air (Studies of concrete containing entrained air). STANTON, WALKER, BLOEM (D. L.); *J. Am. Conc. Inst.* (juin 1946), p. 629-640. — Les problèmes concernant la question de l'air dans le béton sont particulièrement intéressants pour l'industrie du béton préparé à l'avance, qui doit répondre à une grande variété de spécifications selon la demande. Des données sont fournies sur l'effet de l'air inclus sur la résistance à la compression et les proportions d'eau. Les autres facteurs considérés sont : la durée de malaxage, la proportion de gravier, la température, le taux de soude caustique par rapport à la quantité de résine VINSOL, la comparaison entre le béton frais et durci, et la quantité d'air contenue à différentes profondeurs dans le béton. E. 2005, p. 9 (◇).

206-19. Expériences sur du béton préparé en centrale avec du ciment à incorporation d'air (Experiences with air-entraining cement in central mixed concrete). FOSTER (A.) Jr.; *J. Am. Conc. Inst.* (juin 1946), p. 625-628. — Rapports sur les études de la Warner Co couvrant une période de 2 ans 1/2. E. 2005, p. 9 (◇).

207-19. Expériences récentes sur le béton exécuté avec du ciment Portland à incorporation d'air dans les États du Nord-Est (Recent experiences with air-entraining Portland cement concrete in the Northeastern States). ANDREWS (L. E.); *J. Am. Conc. Inst.* (juin 1946), p. 621-624. — Études pour la réduction de l'action du froid sur les chaussées en béton et autres ouvrages, méthodes de détermination de la quantité d'air incluse et contrôle sur les chantiers. Les spécifications tendent à limiter la quantité d'air à 3 % ou 6 % plutôt que de fixer la quantité du produit utilisée. E. 2005, p. 9 (◇).

208-19. Air inclus dans le béton (Entrained air in concrete); *J. Am. Conc. Inst.* (juin 1946), p. 601-604. — (Avant-propos d'une série de 14 articles, présentés au Congrès Annuel de l'A. C. I. (Institut Américain du Béton) à Buffalo, N.-Y., en févr. 1946). E. 2005, p. 9 (◇).

209-19. L'air inclus et son intervention dans l'étude de la composition des bétons (Entrained air. A factor in the design of concrete mixes). CORDON (W. A.); *J. Am. Conc. Inst.* (juin 1946), p. 605-620. — Les bétons à incorporation d'air sont de plus en plus utilisés; l'air inclus modifie nombre des propriétés fondamentales des bétons, telles que le dosage en eau, en sable, l'aptitude à l'emploi en construction, etc... E. 2005, p. 9 (◇).

210-19. Le béton sous vide et son emploi (Vacuum concrete and its uses). ROMBOUTS (A. L. G. M.); *Bouw.* (18 oct. 1947), p. 344-347. — En hollandais; il existe un résumé en anglais. E. 1767. P. 78/22 (+).

211-19. Tubes en fibre noyés dans des dalles de béton permettant l'accroissement des portées (Fiber tubes embedded in concrete slab increase effective span); SCHROFIELD; *Eryng News Rec.* (24 juill. 1947). — Essais aux U. S. A. de construction de tabliers de pont comportant des corps creux constitués par des tubes de fibre de 4 mm d'épaisseur. Procédé allégeant le béton et permettant l'augmentation des portées à épaisseur égale. Traduction 74-48 (◇).

Maçonneries et travaux annexes.

212-19. La construction en pierre (Stoneworks). NICHOLS (T. B.); Crosby Lockwood éd. (1938). — Les phases principales de la construction en pierre. E. 1633, 38/49 (+).

213-19. La maçonnerie de briques armées (Reinforced brickwork). *Archit. Design* (1947). — Revue des efforts pour donner plus de notoriété à ce mode de construction. E. 1194. P. 65/21 (+).

214-19. Revêtements pour les parois en béton (Form linings for concrete surfaces). PITMAN (H. V.); *Engng News Rec.* (1^{er} nov. 1945). — Description d'expériences concernant les revêtements absorbants ou non, dans la construction des barrages. E. 1626. P. 31/33 (+).

215-19. Augmentation de la rapidité des travaux de revêtement des petits tunnels par l'emploi de « placers » à béton pneumatiques (Pneumatic concrete placers speed lining of small tunnels). *Engng News Rec.* [U. S. A.] (avril 1947), vol. 138, p. 68-70, fig. — Equipement et opérations pour le revêtement interne de 4 tunnels du nouvel aqueduc de San Diego : le béton est distribué par l'intermédiaire de dispositifs pneumatiques qui disséminent l'air dans le béton, prévenant ainsi la ségrégation des matériaux. E. 2569. RS. 8-35689 (*).

216-19. L'histoire d'une maison. Chap. 46. Le revêtement des planchers et des murs (The story of a house. Chapter 46. Floor and wall tiling). BURTON (L. F.); *Ill. Carp. Build.* (1947). — E. 2224. P. 81/72 (+).

217-19. Le Pyrok. Un nouveau matériau universel de revêtement (Pyrok. A new universal surfacing material). J. R. I. B. A. (oct. 1947), vol. 54, n° 13, p. 587-588. — Constitué par un mélange, selon des proportions bien définies, d'eau, de ciment Portland, de chaux et de vermiculite, ce produit bénéficie des principales qualités de la vermiculite, et notamment de sa mauvaise conductibilité thermique. Applicable par projection au pistolet, à tous les matériaux de construction utilisés, tels le bois, l'acier, béton armé, l'amiant-ciment, etc... le revêtement de Pyrok se révèle étanche, anti-corrosif, isolant thermique aussi bien qu'acoustique. En outre, résistant aux intempéries et ne se fissurant pas, il confère un aspect satisfaisant aux parois qu'il revêt. Exposé d'une série d'expériences. La Building Research Station met actuellement au point un programme d'essais systématiques qui, s'ils corroborent les expériences du fabricant, feront généraliser l'emploi du Pyrok. E. 2583 (◇).

218-19. Spécifications normalisées pour le mortier de ciment de Portland utilisé comme enduit extérieur et les enduits intérieurs au ciment de Portland, y comprenant les conditions requises pour le lattis et les armatures (Standard specifications for Portland cement stucco and Portland cement plastering-including requirements for lathing and furring). *Am. Stand. Ass.* (26 sept. 1946). — Matériaux composant le ciment. Supports de l'enduit. Murs de maçonnerie. Murs en béton coulé sur place. Anciennes surfaces déjà enduites. Armature métallique. Proportions et mélanges. Application de l'enduit et durcissement. Enduit intérieur au ciment de Portland. Le fascicule traite des mêmes chapitres que ci-dessus. Spécifications pour le lattis et l'armature. Matériaux. Lattis. Application. Cloisons sans ancrage métallique. Différents lattis. Plafonds. Armature d'ancrage en acier. E. 2297 (◇).

219-19. Revêtements en mastic bitumineux. Roche naturelle contenant 6 à 10 % de bitume (Mastic asphalt flooring. Natural rock containing 6-10 per cent bitumen). *Brit. Stand.* 1410 : 1947, 14 p., 4 fig. — Cette spécification traite du mélange bitumineux composé de roches bitumineuses naturelles agglomérées par un ciment bitumineux. Définition du bitume, de l'asphalte, des roches bitumineuses naturelles, des agrégats grossiers, etc. Dimensions des tamis. Propriétés des ciments bitumineux. Définition des agglomérés. Composition des mastics bitumineux. Travail sur le chantier. En appendice : Recommandations pour l'application du mastic. Détermination de la dureté. E. 2290 (◇).

220-19. L'histoire d'une maison. Chap. 44. Le travail du plâtrier (The story of a house. Chapter 44. Plasterer's work). BURTON (L. F.); *Ill. Carp. Build.* (1947). — E. 1913. P. 80/49 (+).

221-19. L'histoire d'une maison. Chap. 42 et 43. Le travail des plâtriers (The story of a house. Chapters 42 and 43. Plasterer's work). BURTON (L. F.); *Ill. Carp. Build.* (28 nov. 1947). E. 1815. P. 79/41 (+).

Béton armé.

222-19. Le bétonnage dans le programme de construction de navires en béton (Concrete operations in the concrete ship program). TUTHILL (L. H.); *J. Am. Conc. Inst.* (janv. 1945), p. 137-180. — Cet article décrit sommairement les coques construites, mais donne des détails plus nombreux en ce qui concerne les problèmes rencontrés et leur solution. E. 2005, p. 4 (◇).

223-19. Résistance et glissement sous charge des ancrages à crochets et des ancrages droits dans le béton de Haydite (Strength and slip under load of bent bar anchorages and straight embeddings in Haydite concrete). FISHBURN (C. C.); *J. Am. Conc. Inst.* (déc. 1947), vol. 19, n° 4, p. 289-305, 8 fig. — Les essais d'ancrages faits avec des barres crénelées et des barres lisses, font ressortir l'intérêt des crochets pour les barres lisses et l'intérêt beaucoup moindre des crochets pour les barres crénelées. E. 3059. — Traduction I. T. 140 (◇).

224-19. Fonction de barres par recouvrement dans les poutres de béton (Lapped bar splices in concrete beams). KLUGE (R. W.), TUMA (E. C.); *J. Am. Conc. Inst.* (sept. 1945), p. 13-36. — Recherche entreprise pour déterminer le comportement général et la résistance des jonctions. La résistance maxima de liaison développée dans le joint et le glissement de la barre ont été déterminés pour deux types d'armatures. Les données qui résultent de cette recherche illustrent la manière dont la tension se transmet d'une barre à l'autre et les avantages relatifs des deux types de barres de même que l'efficacité des deux méthodes de jonction. E. 2005, p. 6 (◇).

225-19. Influence du type de barre sur la largeur des fissures dans le béton armé soumis à la traction (Effect of type of bar on width of cracks in reinforced concrete subjected to tension). WATSTEIN (D.), SEESE (N. A.) Jr.; *J. Am. Conc. Inst.* (févr. 1945), p. 293-304. — Huit types de fers ont été soumis aux essais pour déterminer l'effet de différentes sortes de déformations sur la largeur des fissures du béton armé soumis à la traction. L'effet de l'application répétée de la charge sur cette largeur a été également déterminé pour deux de ces fers. L'efficacité de liaison des fers a été déterminée avec une série supplémentaire d'éprouvettes de tension. Pour les types de fers les plus efficaces, la largeur des fissures était moins de 50 % de celles que l'on trouvait pour un fer rond ordinaire. La largeur et l'écartement des fissures diminuaient, en général, avec l'accroissement de la surface affectée par la traction sur les fers. E. 2005, p. 5 (◇).

226-19. Étude de la résistance des étriers soudés dans les poutres de béton armé (An investigation of the strength of welded stirrups in reinforced concrete beams). MORETTO (O.); *J. Am. Conc. Inst.* (nov. 1945), p. 141-164. — Les résultats des essais de 44 poutres de béton armé avec étriers soudés aux armatures longitudinales sont présentés dans cet article. Les poutres avaient été dessinées de telle sorte que les fissures se produisent par tensions diagonales. Les variables étudiées comprennent les dimensions et les inclinaisons des étriers, les types de béton et l'importance des armatures longitudinales. Une comparaison est faite entre la résistance des étriers soudés et celle des étriers libres. E. 2005, p. 7 (◇).

227-19. Adhérence et ancrage (Bond and anchorage). MYLREA (T. D.); *J. Amer. Conc. Inst.* (mars 1948), vol. 19, n° 7, p. 521-552, 23 fig. — Longueur requise pour l'encastrement. Répartition des points d'adhérence. Adhérence des armatures. Valeurs du coefficient d'adhérence. Fonction de l'adhérence dans les poutres. Variations dues à la charge. Valeur du coefficient dans le cas des poutres. Raccords et ancrages à adhérence élevée. Poutres contenant des barres ancrées. Adhérence et cohésion des poutres armées en barres courbées, des poutres continues, des poutres en forme de coin. Extension de la formule d'adhérence au cas des crochets. Ancrages ordinaires et ancrages spéciaux. E. 2494 (◇).

Béton précontraint.

228-19. Béton armé, complètement et partiellement précontraint (Fully and partly prestressed reinforced concrete). ABELIS (P. W.); *J. Am. Conc. Inst.* (janv. 1945), p. 181-216. — L'acier employé est à haute résistance. Les différents systèmes ou méthodes sont décrits, en distinguant l'étrépage « avant » ou « après ». Les pertes des prétensions initiales sont discutées et des formules sont établies pour le facteur de sécurité contre la fissuration et pour la force d'étrépage minima assurant une « pleine » précontrainte pour être réduit en cas de précontrainte partielle jusqu'à une valeur telle que les fissures dangereuses soient évi-

tées. Les résultats comparatifs publiés des essais de poutre sont étudiés et quelques nouvelles données sont présentées qui concernent des essais préliminaires comparatifs sur des poutres armées avec des fers à haute résistance à la traction. *E. 2005, p. 5 (◇).

229-19. **Formules pour l'étude des poutres en béton précontraint** (Formulae for the design of prestressed concrete beams). ABELES (P. W.); *Conc. Const. Engng* (avril 1948), vol. 43, n° 4, p. 115-122, 4 fig. — Bien que les formules exactes soient complexes, il est possible, pratiquement, d'employer des formules simplifiées pour l'étude des poutres en béton précontraint. On peut ainsi ramener à cinq le nombre des formules nécessaires. Normalisation des notations. Contraintes dans le béton soumis aux charges mobiles et aux charges de travail. Cas du moment fléchissant dans une seule direction. Section symétrique avec armature aux deux faces. Moments fléchissants. Contraintes. Des exemples d'utilisation des formules seront donnés dans le numéro suivant. E. 2628 (◇).

230-19. **Réservoirs en béton précontraint aux États-Unis** (Behälter aus vorgespanntem Beton in U. S. A.). ROS (M. R.); *Schweiz. Bauztg* (13 mars 1948), n° 11, p. 143-145, 6 fig. — Aux États-Unis le développement du béton précontraint est faible pour les poutres mais très poussé pour les tuyaux et réservoirs. La « Preload Corporation » à New-York a exécuté plusieurs centaines de réservoirs en béton précontraint de 2 000 à 30 000 m³ de capacité, pour eau, huiles, pétrole, acides et liquides chauffés. La précontrainte est exercée sur la paroi verticale circulaire, dans le sens vertical à un taux réduit et dans le sens horizontal à un taux normal au moyen de ceintures en fils d'acier haute résistance de 3 ou 4 mm de diamètre. Procédés de mise en tension. Machine roulante tendant le fil et l'appliquant à l'extérieur sur la paroi de béton déjà construite. Protection des ceintures par gunite. Économies considérables. Rapidité d'exécution. E. 2553 (◇).

231-19. **Un matériau moderne : le béton précontraint. Exemple de réalisation : Pont-route à double cantilever central.** J. Bdt. (13 mai 1948), n° 300, 1 p., 1 fig. — Projet de pont cantilever en béton précontraint à deux travées comportant chacune une poutre de 40 m suspendue aux consoles de 25 m de porte à faux. E. 2771 (◇).

232-19. **Un matériau moderne : le béton précontraint. Exemples de réalisations : Pont à béquilles de portée moyenne en voûtes moulées d'avance.** J. Bdt. (12 mai 1948), n° 299, 1 p., 2 fig. — Étude d'un pont à béquille de 55 m de portée, formé de trois poutres tubulaires constituées chacune par 22 blocs élémentaires assemblés par la mise en tension des câbles de précontrainte. E. 2770 (◇).

233-19. **La piste en béton précontraint de l'aérodrome d'Orly.** NETTER; *Ann. Inst. Techn. B. T. P.* (janv. 1948), n° 5, 19 p., 27 fig. — Exposé du système de piste en béton précontraint essayé à l'aérodrome d'Orly. Solution par dalles en triangles de 60 m de hauteur avec joints à rouleaux permettant la dilatation par mouvements transversaux à la piste. Essais de charge. E. 2612 (◇).

234-19. **Béton précontraint. I. Théorie** (Prestressed concrete. I. Theory). MAGNEL (G.); *Conc. Const. Engng* (nov. 1945), p. 221-232. — E. 1634, 39/48 (+).

235-19. **Béton précontraint. II. Travail de laboratoire** (Prestressed concrete. II. Laboratory work). MAGNEL (G.); *Conc. Const. Engng* (déc. 1945), p. 249-254. — E. 1634, 39/49 (+).

236-19. **Béton précontraint. III. Travail pratique** (Prestressed concrete. III. Practical work). MAGNEL (G.); *Conc. Const. Engng* (janv. 1946), p. 10-21. — E. 1634, 39/50 (+).

237-19. **Charpentes continues en béton précontraint** (Continuous frames of reinforced concrete). CROSS (H.), MORGAN (M. D.). Chapman and Hall (1944), 343 p. — E. 1634, 39/51 (+).

238-19. **Essais de tuyaux en béton précontraint, armés d'un cylindre d'acier** (Tests of prestressed concrete pipes containing a steel cylinder). ROSS (C. W.); *J. Am. Conc. Inst.* (sept. 1945), p. 37-48. — Essais de béton armé précontraint sous forme de tubes contenant un cylindre d'acier. Les propriétés mécaniques des différentes pièces, et les modifications des contraintes dans les tubes sous la charge sont notées. E. 2005, p. 6 (◇).

Travail du bois.

239-19. **Manuel du charpentier, menuisier** (The practical carpenter and joiner). Odhams Press, éd. (1946), 448 p. — Traite

de la profession, machines et différents types de construction. E. 1913, 80/31 (+).

240-19. **Un Manuel français de la Charpente en bois.** Fascicule n° 1 (avril 1948), n° 16, 2 p. — Présentation du manuel d'application dit « Manuel de la Charpente en bois ». Aide que ce document est susceptible d'apporter aux techniciens et aux professionnels. Indication des matières qui seront traitées dans le manuel. E. 3195 (◇).

241-19. **La pratique européenne moderne favorise l'emploi économique des charpentes en bois** (Modern european practice promotes economic use of timber structures). STERN (G.); *Civ. Engng* (avril 1947). — Exposé des progrès faits en Suisse dans la charpente en bois. Essais et résultats. Construction feuilletée et collée. Construction semi-monocoque. Arches feuilletées. Cintres pour ponts en béton. Traduction 44-48 (○).

242-19. **Les colles à bois.** VILLIÈRE (A.), DE LEEUW (J.). Ed. la Revue du Bois. Paris (avril 1948), 68 p., 6 fig. — Précisions se rapportant à la fabrication et à la technique d'emploi des différentes colles à bois et à la qualité des collages obtenus avec chacune d'elles : colles fortes (préparation, encollage, avantages et inconvénients), colles à la caséine (diverses formules, avantages et inconvénients), colles diverses (animales, végétales, minérales), colles phénol-formol, colles urée-formol (caurite et mélacol H — durcisseurs, collages à froid et à chaud, allonges, avantages et inconvénients), colles mélamine-formol (préparation, technique du collage), colles à la résorcine. Principes du collage bois-métal (Tégo-film), le matériel à utiliser (pour la préparation des colles, pour l'encollage, pour le serrage des pièces), défauts de collage. Deux tableaux des résultats obtenus avec toutes ces colles employées à froid et à chaud et quelques conseils sur le choix des colles. E. 2667 (◇).

Travail des métaux.

243-19. **Recherches sur les charpentes à la « Building Research Station »** (Structural Engineering Research at the Building Research Station). THOMAS (F. G.); *Struct. Engr.* (févr. 1948), vol. 26, n° 2, p. 81-105, 13 fig. — Depuis 1939 les laboratoires ont eu surtout à répondre rapidement à des questions posées par la guerre. Les essais exécutés ont amené à envisager pour l'avenir certaines modifications au calcul des charpentes, tel qu'il est conduit actuellement. Divers types d'ouvrages étudiés. Prise en compte des charges dynamiques dans les calculs des ponts (en acier ou en béton armé), et tenue des constructions en briques. Les essais sur des ouvrages en béton précontraint se sont bornés à une étude systématique des traverses de chemin de fer. D'une manière générale, il est souhaitable de développer l'étude des surcharges imposées aux constructions, étude qui n'a pas été entreprise sur une grande échelle jusqu'à ce jour. E. 2147 (◇).

244-19. **Joints boulonnés dans les ossatures métalliques** (Bolted connections in structures). HAMILTON (A. M.); *Engineering* (7 mai 1948), vol. 165, n° 4293, p. 433-435, 4 fig. — Le frottement développé par le serrage d'un boulon est un facteur aussi important que les efforts d'appui et de cisaillement habituellement considérés. L'expérience et l'examen des pièces métalliques montrent que les tôles métalliques sont maintenues surtout par l'effet des forces de frottement. Appareil pour la détermination du coefficient de frottement. Examen détaillé des conditions dans lesquelles travaillent des boulons de diamètre suffisant. Comparaison avec les rivets. Importance de la régularité des trous, de la qualité de la main-d'œuvre. Avantages de l'acier galvanisé. Conclusions diverses. E. 2829 (◇).

245-19. **L'ossature en tubes d'acier dans la construction.** LE LAN (R.); *Oss. Métall.* (avril 1948), n° 4, p. 177-184, 7 fig. — Description d'un type de maison des Houillères de Sarre-et-Moselle. Charpente tubulaire composée de fermettes espacées de 0,80 m d'axe en axe. Poids 3 100 kg pour un pavillon de 9,6 × 6,4 m. Revêtement extérieur en dalles de béton et intérieur en béton de bois. Plancher et cloisons en béton de bois. E. 2683 (◇).

246-19. **Étude pratique des structures simples en acier.** Vol. II. Poutres, pilier, fermes, ponts, etc. (Practical design of simple steel structures. Vol. II, girders, columns, trusses, bridges, etc.). STEWART (D. S.); *Constable and Co* (1947), 287 p. — E. 1913, 80/30 (+).

247-19. **Calcul par tableaux des joints d'âme de poutres rivées soumises à flexion.** DORLET (E.); *Oss. Métall.* (avril 1948),

n° 4, p. 200-203, 6 fig. — Tableaux permettant un calcul rapide des formules déterminant les couvre-joints d'âme des poutres métalliques fléchies. E. 2683 (♦).

Soudure.

248-19. Utilisation de la soudure à l'arc dans la construction métallique. LAVAL; *Bull. Mens. Inf. Ch. Synd. Entrep. Const. Métall. France* (avril 1948), n° 2, p. 39-44. — Considérations sur le retard du développement de la soudure en France, sur la comparaison des méthodes française et américaine. Choix des méthodes de soudure, des électrodes, du groupe de soudure et des accessoires. E. 2745 (♦).

249-19. Développement de la soudure automatique « Unionmelt ». SOULARY (P.); *Soudure Techn. Conn.* (janv.-févr. 1948), vol. 2, n° 1 et 2, p. 17-27, 31 fig. — Étude du procédé de soudage automatique électrique sous flux en poudre, dit « Unionmelt » et créé aux U. S. A. Description des éléments essentiels de l'installation, augmentation de la vitesse de soudure. Nombreux exemples d'applications dans des domaines variés. E. 2788 (♦).

250-19. Recommandations pour l'étude et la fabrication d'éléments en acier soudés à l'arc, poutres composées, barres comprimées (Recommendations for the design and fabrication of arc welded structural steelwork, built-up girders and compression members). *Brit. Wdg. Res. Ass.* (1947), p. 2, 5, 20, fig. — E. 2299. P. 84/20 (+).

251-19. Soudage électrique par résistance. Soudage par points, à la molette, soudage en bout. NÈGRE (J.). Publications de la soudure autogène. Paris (1948), 1 vol., 432 p., 105 fig. — Ouvrage en cinq parties qui, après des généralités sur le soudage par résistance et des notions d'électricité, étudie la théorie, les paramètres et le matériel des trois procédés par points, à la molette et en bout, puis examine les divers problèmes de soudage dans les cas particuliers et pour différents métaux utilisés dans la construction et la fabrication. E. 2934 (♦).

252-19. Soudage d'aciers de construction à haute résistance à l'aide d'électrodes ferritiques (Welding of high-strength constructional steels with ferritic electrodes). HERRES (S. A.), WOODWARD (P. E.); *Wdg. J.* [U.S.A.] (oct. 1946), vol. 25, p. 646s-658s. — Suite des résultats déjà publiés dans (*ibid.*, mars 1945, vol. 24, p. 129s-152s) sur les propriétés des soudures des plaques d'acier allié de 12,7 mm d'épaisseur au moyen d'électrodes ferritiques. Les présentes recherches portent sur la composition, l'élaboration et les traitements des métaux de base ayant des limites élastiques d'au moins 63,84 et 105 kg/mm², sur la mesure des caractéristiques mécaniques du métal déposé à l'aide d'électrodes ferritiques alliées du commerce, sur l'étude à l'aide d'éprouvettes « en double T » de la tendance à criquer. E. 2668. R. S. P. 613 (*).

253-19. Développement et application du soudage, de goujons (Stud welding development and application). BENT (A. H.); *Inst. Wdg.* (oct. 1947), p. 141-145, 9 fig. — Description de l'appareillage qui comprend : un transformateur, un redresseur à ignitrons, des régulateurs de courant, des dispositifs de réglage et de contrôle (commande automatique de l'opération par arbre à cames), le pistolet. Le goujon tenu par le pistolet est terminé par une pointe qui amorce l'arc en fondant dès que passe le courant. Le matériel décrit permet de souder des goujons de 1/4 à 3/4 de pouce (6,4 à 19 mm) de diamètre en acier ordinaire ou spécial ou en cuivre. La cadence peut atteindre 10 pièces par minute. Dans les chantiers navals, la plus importante application du procédé est la fixation des pièces de bois au pont et à la charpente. L'appareillage est scindé en deux, la source de courant est à terre, le dispositif de réglage à bord. La fixation de chevilles sur les chaudières est très facile et les problèmes d'étanchéité des boulons ne se posent plus. Le soudage s'effectue, en principe, en toutes positions. La soudure est saine et, lors des essais, la rupture se produit dans le corps du goujon. Celui-ci doit être en acier de haute qualité (basse teneur en S et P). E. 2488. — Traduction 684 (•).

254-19. Les constructions mécaniques en acier du type rivé et du type soudé. Réalisation. Difficultés. Idées actuelles. SEIGLE (J.); *Tech. Mod. Constr.* (févr. 1948), t. 3, n° 1, p. 17-21, 8 fig. — Effet d'entaille. Effets de la trempe à l'eau et du refroidissement à l'air. Prescriptions actuelles françaises pour les ponts. Caractéristiques de l'acier Ac. 54 des ponts soudés de Neuilly et de Saint-Cloud, des aciers allemands ST 52 et des aciers américains. Comparaison de l'acier MARTIN et de l'acier THOMAS au point de vue économique; étude des nouveautés en

barres profilées : desiderata des Ingénieurs soudeurs : systèmes en I et en caissons de type rivé et de type soudé; ponts métalliques en général. E. 2713 (♦).

255-19. Détermination des tensions résiduelles dans quelques constructions soudées. SOETE (W.), VANCROMBRUGGE (R.), DE WULF (C. H.); *Oss. Métall.* (mai 1948), n° 5, p. 246-255, 10 fig. — Exemples de la détermination des tensions résiduelles par la méthode présentée dans la « Revue de la Soudure », n° 4, 1947 et n° 1, 1948. Après un rappel du principe de la méthode qui, au moyen d'extensomètres placés dans trois directions radiales, permet en perçant un trou à leur intersection de mesurer les dilatations moyennes libérées par le forage et d'en déduire par le calcul les dilatations initiales. Exemples des tensions résiduelles dans un cordon de soudure de réservoir et dans deux cordons de soudure en croix. E. 2939 (♦).

256-19. Tensions résiduelles à l'intersection de soudures bout à bout (Residual stresses in intersecting butt welds). DEGARMO (E. P.), MERIAM (J. L.), JONASSEN (F.); *Wdg. J.* [U.S.A.] (août 1946), vol. 25, p. 451s-463s. — Essais effectués sur des panneaux en tôle à faible teneur en C. E. 2668. R. S. P. 614 (*).

257-19. Influence de la longueur de la soudure sur les tensions résiduelles des soudures bout à bout non soumises à des tensions (The effect of weld length upon the residual stresses of unrestrained butt welds). DEGARMO (E. P.), MERIAM (J. L.), JONASSEN (F.); *Wdg. J.* [U.S.A.] (août 1946), vol. 25, p. 85s-87s. — Les tensions résiduelles longitudinales maxima sont fonction de la longueur de la soudure quand celle-ci ne dépasse pas 50 cm; au delà, et à partir d'environ 25 cm des extrémités, les tensions atteignent une valeur maximum sensiblement constante. E. 2668. RS. P. 614 (*).

258-19. La rupture des ensembles soudés. Programme de recherches (The problem of fracture. The failure of welded steel structures and recommended research). HOLLOMON (J. H.); *Wdg. J.* [U.S.A.] (sept. 1946), vol. 25, p. 534s-583s. — La rupture n'est que l'aboutissement de l'écoulement plastique; les points de vue du métallographe, du mécanicien et du physicien. Appendice sur les causes de rupture des bateaux soudés et les améliorations possibles. E. 2668. RS. P. 400 (*).

259-19. Les tendances récentes dans la soudure en construction (Recent trends in structural welding). BONDY (O.); *Struct. Engr.* (mars 1948), vol. 26, n° 3, p. 187-206, 2 fig. — Importance de la préparation de la soudure. Joints plats. Soudure des joints. Economie de poids, atteignant 26 %. Avantages des charpentes par les méthodes statiques. Soudure à l'arc et soudure par joints. Qualité des aciers à employer pour les constructions soudées. Prix de revient de ces aciers et des constructions. Application de la soudure aux barres d'armature. Soudure des plaques bout à bout. E. 2360 (♦).

260-19. L'ordre de succession des passes de soudure et la séquence des joints soudés. BONHOMME (W.); *Rev. Soudure* (1947), vol. 3, n° 4, p. 175-187, 38 fig. — Exemples de séquence laissant au joint en cours d'exécution, ou aux pièces en voie de soudage, le maximum de liberté en éliminant ou en réduisant au minimum les entraves au retrait et, par là, les efforts anormaux qui pourraient provoquer des gauchissements ou des déformations par suite d'un manque de rigidité locale. Techniques opératoires susceptibles d'assurer la propreté du métal déposé. Rappel de la controverse existant entre partisans du soudage libre et du bridage, et discussion des avantages et inconvénients des deux systèmes. Principes qui doivent présider à la décomposition d'une construction en éléments préfabriqués. E. 2488, 268 (•).

261-19. Fissuration à froid dans la zone affectée par la chaleur de soudage (Cold cracking in the heat-affected zone). VOLDRICH (C. B.); *Wdg. J. Suppl.* (mars 1947), p. 153s-169s, 22 fig. — Résultats de plusieurs recherches concernant les divers aspects de la soudabilité de l'acier et le comportement de divers types d'électrodes du point de vue de la fissuration sous cordon et de l'influence éventuelle sur ce phénomène, de la composition de l'acier et de l'hydrogène provenant des enrobages. C'est ce dernier facteur surtout qui s'avère d'importance capitale, l'influence de la présence d'éléments durcissants comme le carbone, étant largement conditionnée par la vitesse de refroidissement et les transformations structurales correspondantes. Il résulte des essais que les effets combinés de l'hydrogène, du cycle thermique, de la composition et des tensions peuvent provoquer dans la zone affectée par la chaleur de soudage des fissurations nuisibles et même dangereuses. L'auteur en déduit les principes à observer pour les éviter : choix d'une électrode ferritique ou austénitique convenable, réduction suffisante de la vitesse de refroidissement par préchauffage et ou post-chauffage appropriés,

contrôle du C et des éléments d'addition, contrôle de la transformation austénitique envisagé de préférence déjà lors de l'élaboration du métal. E. 2488. — Traduction 669 (•).

262-19. **Projet pour une méthode normalisée de qualification.** (Tentative standard qualification procedure). *Am. Weld Soc.* (25 avril 1941), 37 p., 31 fig. — Règles destinées au soudage manuel, aux gaz ou à l'arc, des métaux ferreux. Elles se décomposent en deux parties distinctes : la qualification du mode opératoire comporte des essais destinés à vérifier les propriétés mécaniques d'un joint exécuté dans des conditions données; les essais de qualification des soudeurs, plus simples, ont pour but de vérifier leur aptitude à exécuter un joint sain dans des conditions données. Les positions d'essai, le nombre et le type d'éprouvettes, les performances à réaliser, sont spécifiés. On note qu'on ne fait pas appel à d'autres essais que les essais mécaniques; en particulier, la qualification des soudeurs s'effectue sur essais de pliage. E. 2488. — Traduction 620 (•).

263-19. **Spécifications A. P. I. pour les réservoirs de stockage de carburant entièrement soudés** (A. P. I. specification on all-welded storage tanks); *Am. Petroleum Inst.* (août 1944), 46 p., 49 fig. — On retrouve dans ce document, avec tous les détails numériques nécessaires, les principales préoccupations des « Règles pour le soudage sur chantier des réservoirs de stockage en acier », éditées par l'« American Welding Society ». Tous les accessoires, escaliers, passerelles, trous d'hommes, orifices de vidange, etc., sont normalisés et décrits. En appendice, instructions relatives aux obligations qu'implique l'emploi du monogramme A. P. I. sur les plaques signalétiques des réservoirs. E. 2488. — Traduction 637 (•).

264-19. **Règles de soudage sur chantier de réservoirs de stockage en acier** (Rules for field welding of steel storage tanks). *Am. Weld. Soc.* (7 mai 1942), 19 p. — Les règles indiquées se proposent de formuler les conditions de sécurité pour le soudage des réservoirs de stockage de produits liquides sous la pression atmosphérique; en particulier elles concernent les réservoirs cylindriques à axe vertical dont les dimensions ne permettent pas la construction en atelier et le transport par fer ou par route. Les instructions portent sur les matériaux, la qualification des soudeurs, les taux de travail des soudures, la forme des assemblages, les détails des joints et le mode opératoire de soudage. On donne ensuite des détails sur le contrôle des soudures par prélèvement d'échantillons cylindriques ou sphériques au moyen de fraises appropriées. Enfin, des instructions sont données sur les essais du réservoir et la reprise des soudures défectueuses. E. 2488. — Traduction 635 (•).

265-19. **Une revue - résumé des essais de soudabilité des aciers au carbone et faiblement alliés** (A review and summary of weldability testing carbon and low alloy steels). LUTHER (G. C.), JACKSON (C. E.), HARTBOWER (C. E.); *Wdg. J. Suppl.* (juill. 1946), p. 376s-398s, 33 fig. — Exposé d'une vingtaine d'essais de soudabilité pour des travaux de coque et s'appliquant à beaucoup d'autres domaines. Étude des types d'essais utilisant les mesures directes de ductilité, de ceux basés sur l'examen des fissures et des essais indirects comme ceux de dureté. Influence de la différence de composition du métal de base et de l'électrode. Établissement de courbes isothermiques et considération d'une vitesse critique de refroidissement. En annexe, suggestion d'un texte inspiré des points de vue constructif, opératoire et métallurgique et du principe de conserver dans la soudure les propriétés du métal de base. E. 2488. — Traduction 664 (•).

266-19. **Recuit de détente contrôlée et à basse température** (Controlled low-temperature stress relieving). GREENE (T. W.), HOLZBAUR (A. A.); *Wdg. J. Suppl.* (mars 1946), p. 171s-185s, 30 fig. — Le soudage introduit dans tous les assemblages des tensions internes : tensions de réaction et tensions résiduelles. Les premières peuvent être réduites au minimum par un procédé de soudage et une suite opératoire convenables. Les tensions résiduelles longitudinales sont invariablement voisines de la limite élastique du métal soudé. Les tensions résiduelles transversales sont variables, mais en général relativement faibles. Le procédé de recuit de détente à basse température étudié ici consiste à chauffer la tôle de chaque côté de la soudure aux environs de 175-220° C au moyen de deux rampes oxyacétyléniques se déplaçant parallèlement à la soudure. Cette opération est suivie d'un refroidissement approprié. Les tensions sont ainsi éliminées ou réduites à des valeurs négligeables sans distorsion, ni déformation. L'expérience a montré que ce procédé, rapide, efficace et économique, peut être appliqué à des constructions importantes, telles que celles de pétroliers. E. 2488. — Traduction 658 (•).

267-19. **Contrôle des soudures aux rayons X sur les chantiers de constructions navales.** *Bull. Techn. Véritas* (avril 1948), n° 4, p. 79-81, 3 fig. — Extrait d'un mémoire de L. VAN OUWERKERK dans « Transactions » (vol. 89) de l'Institution of Engineers and Shipbuilders in Scotland. Le matériel de contrôle aux rayons X, les limites de vérification, la classification des travaux de soudure et le contrôle de la soudure à bord du navire. E. 2580 (•).

268-19. **Recommandations pour la standardisation de l'examen radiographique des joints soudés dans les récipients sous pression en acier doux** (Recommendations for the standardization of the radiographic examination of welded joints in mild steel pressure vessels); *Brit. Wdg. Res. Ass.* (1947), p. 16-20. — E. 2299. P. 84/3 (+).

269-19. **Un nouveau procédé d'oxycoupage applicable aux alliages ferreux et non ferreux** (New oxygen-arc process for cutting ferrous and non-ferrous alloys). CLAUSER (H. R.); *Mét. Methods* (janv. 1947), n° 1, p. 78-81. — Description de l'équipement mis au point par la firme américaine Arcos Corporation et qui permet de couper les épaisseurs jusqu'à 75 mm et de percer jusqu'à 300 mm. E. 2754 (•).

270-19. **La fabrication par soudure au sol de poteaux accélère la construction d'un immeuble en acier à 3 étages pour bureaux** (On the ground welded fabrication of studding, speeds construction of all-steel three-storey office building). NEWTON (R. H.); *Amer. Wdg. Soc. J.* (1947). — Les entrepreneurs, utilisant des poutres en I droites pour les charpentes légères, ont mis au point une fabrication au sol de panneaux de 3 m qui étaient ensuite hissés et soudés en place. E. 2224. P. 81/25 (+).

Couverture. Étanchéité.

271-19. **La dilatation en couverture.** MAGNE (A.); *Equip. Techn.* (mars 1948), n° 5, p. 5. — Exposé des coefficients de dilatation des différents métaux employés en couverture. Conseils pour lutter contre les boursoufflements ou arrachements que provoquerait la dilatation dans les combles et chéneaux. E. 2600 (•).

272-19. **L'histoire d'une maison. Chapitre 31. Terrasson en plomb au-dessus des baies** (The story of a house. Chapter 31. Lead flat roof to bay). NASH (G. J.); *Illustr. Carp. Build* (1947). — E. 1276. P. 73/15 (+).

273-19. **L'histoire d'une maison. Chapitre 32. Gouttières et tuyaux de descente** (The story of a house. Chapter 32. Cutters and downpipes). NASH (G. J.); *Illustr. Carp. Build* (1947). — E. 1276. P. 73/25 (+).

274-19. **Revêtements de toitures en feutre bitumineux** (Bitumen felt roof coverings). *Brit. Stand. Code Pract.* (1948), 25 p., 8 fig. — Matériaux, appareils et parties constitutives. Feutre. Clous spéciaux. Résistance aux intempéries. Qualité du feutre. Finition. Durée. Danger d'incendie. Isolation thermique. Isolation phonique. Charges. Travail en dehors du chantier. Travail sur le chantier. Protection et magasinage. Travail préparatoire. Mode opératoire. Échafaudages. Essais. Entretien. En appendice : différentes compositions pour revêtements de toitures. E. 2733 (•).

Travaux de peinture.

275-19. **La préparation des surfaces métalliques avant peinture.** FRASCH (J.); *Sc. Techn.* (1948), n° 4, p. 91-93. — La préparation des surfaces comporte en général le dégraissage, le décapage et la préservation. Technique du dégraissage, emploi d'une solution complexe de phosphates, de chrome et de polyamines dite « Framanol ». E. 2685 (•).

Préfabrication.

276-19. **Préfabrication** (Prefabrication). *Library Bibl.*, n° 69 N, Suppl. n° 5 (1945). — Soixante références à des articles de revues britanniques et étrangères. E. 1633, 38/47 (+).

277-19. **Une firme britannique utilise les méthodes de production à la chaîne pour la préfabrication de panneaux** (British firm uses line production methods in precasting house panels). *Concrete Chicago* (1947). — Indications détaillées sur les méthodes de la Société des Tarran Industries pour la production de leurs maisons préfabriquées en béton. E. 1276. P. 73/45 (+).

278-19. **Ouroboros... la machine en architecture** (Ouroboros... the machine in architecture). *Building* (1947). — Croquis et indications sommaires sur la production des maisons préfabriquées en aluminium par la Société Bristol Aeroplane (Housing). E. 1276. P. 73/46 (+).

279-19. **La préfabrication accélère la reconstruction en Floride** (Pre-assembly speeds Florida housing project). *Const. Methods* (févr. 1948), vol. 30, n° 2, p. 90-92, fig. — La fabrication à pied d'œuvre d'éléments préfabriqués accélère la reconstruction d'Essex Village, une nouvelle agglomération satellite qui doit loger 3 500 personnes à Hialeah, Fla., faubourg de Miami. E. 2357 (◇).

280-19. **Les arcs de la charpente rigide d'une église, préfabriqués par soudage** (Rigid-frame church arches prefabricated by welding). *Const. Methods* (févr. 1948), vol. 30, n° 2, p. 100-102, fig. — Mode de préparation et de mise en place des arcs. Toiture en bois E. 2357 (◇).

281-19. **Constructions préfabriquées pour bureaux de ministères** (Precast buildings for government offices). *Conc. Build. Conc. Prod.* (avril 1948), vol. 23, n° 4, p. 55-59, 12 fig. — Construction de 18 bâtiments de 11,30 m × 51,20 m à un seul étage et à toiture plate. Piliers et poutres en béton armé au ciment de Portland. Moulage de ces pièces. Assemblage par boulons. Piliers. Le béton est décoffré dès le deuxième jour. Les piliers sont finis après le troisième jour, mais restent stockés pendant au moins trois semaines avant d'être employés. Mise en place à l'aide d'une grue. Planchers en béton coulé sur le chantier. E. 2492 (◇).

282-19. **Code pratique et normes d'utilisation à observer pour maisons préfabriquées** (Code of practice and recommended standards of performance for prefabricated houses). *Comm. Exp. Build. Stat.* (1946), 31 p. — Les standards se rapportent à l'aménagement, la hauteur sous plafond, les fenêtres et l'éclairage naturel, la ventilation, la chaleur, la transmission des bruits, les spécifications de la construction relative aux matériaux, tuyauterie, plomberie, protection contre les corrosions. E. 1767, 78/50 (+).

283-19. **Maison d'essai construite d'après le système de préfabrication Van Linge** (Test house built according to the Van Linge system of prefabrication). VAN LINGE (R. A.); *Bouw* (18 oct. 1947), p. 341-343. — En hollandais. Les murs sont en Aerocrete coulé dans des moules plastiques. Il existe une traduction abrégée en hollandais. E. 1767. P. 78/57 (+).

284-19. **La maison Wilson** (The Wilson house). *Archit. J.* (6 nov. 1947), p. 412-413. — Système de construction utilisant des éléments de murs d'un étage de hauteur et de 0,461 m de large, groupés par paires et supportant des fermes métalliques légères écartées de 0,924 m. Les éléments de murs forment un seul panneau avec la charpente et le revêtement extérieur. E. 1767. P. 78/58 (+).

285-19. **Expérience sur la construction par panneaux** (Experiences with panel construction). BOOTH (L. F.); *Engng News-Rec.* (1947), p. 136-139. — Utilisation de grands panneaux métalliques préfabriqués pour 3 bâtiments industriels aux États-Unis. E. 1913. P. 80/20 (+).

286-19. **Des usines prêtes à être expédiées** (Industrial plants packaged to order). MERRITT (F. S.); *Engng News-Rec.* (1947), p. 133-135. — Revue des bâtiments industriels préfabriqués aux États-Unis. E. 1913. P. 80/42 (+).

287-19. **Le bungalow B. C. C. F. en éléments de béton préfabriqué** (B. C. C. F. bungalow in precast concrete units). *Builder* (7 déc. 1945). — Ossature en béton ordinaire et murs en béton léger. E. 1626. P. 31/56 (+).

288-19. **L'édification d'une maison préfabriquée suédoise** (Building a Swedish prefab.). *Archit. Build. News* (6 déc. 1945). — Photographies montrant le montage d'essai. E. 1626. P. 31/55 (+).

Plomberie sanitaire.

289-19. **Quelques notes sur la plomberie en Amérique** (Some notes on american plumbing). BARROW (F. L.); *J. Roy. Sanit. Inst.* (janv. 1948), vol. 68, n° 1, 5 p. — Comparaisons faites entre la plomberie moderne, aux États-Unis et en Angleterre; différences dues aux trois causes générales suivantes: abondance de l'eau d'alimentation aux U. S. A., conditions climatiques plus sévères de l'Amérique du Nord, enfin différence des caractères anglais et américains. E. 2432 (◇).

290-19. **Nouvelle méthode pour l'assemblage des conduites** (New method of conduit assembly); *Ship. World* (28 janv.

1948), 2 fig. — Cette méthode dénommée « Barclie » est appelée à rendre des services à bord des navires. Elle consiste en l'emploi de colliers spéciaux en deux parties permettant un montage rapide et laissant un certain jeu aux tubes assemblés. Le démontage est très facile et permet de déplacer un tuyau avant déjà posée. Méthode d'emploi de ces colliers. Avantages. Deux sortes de colliers suivant le jeu laissé à la tuyauterie. Les colliers sont en alliage inoxydable dit « alliage Mazak » et sont exécutés avec une grande précision. Leur emploi permet de gagner sur l'encombrement des tuyauteries et sur les temps de pose. E. 2448 (◇).

291-19. **La distribution du gaz à l'intérieur des habitations. Le code des conditions minima.** JERPHANTON (A. de); *Chaud-Froid* (mai 1948), n° 17, p. 33-37. — Commentaires sur le Code des conditions minima. Installations de canalisations de gaz. Diamètres des canalisations. Pertes de charge. Installations du compteur. Bloc-Gaz. Schéma d'installations intérieures. Raccordement des appareils. Monogramme de M. BIARD. E. 2937 (◇).

292-19. **L'histoire d'une maison. Chap. 50. Installation du gaz** (The story of a house. Chapter 50. Gaz installation). *Illustr. Corp. Build.* (23 janv. 1948), p. 88-90 (30 janv. 1948), p. 116-118. — E. 2226. P. 83/53 (+).

293-19. **L'histoire d'une maison. Chapitre 52. L'installation de gaz** (The story of a house. Chapter 52. Gaz installation). *Ill. Corp. Build.* (6 févr. 1948). E. 2299. P. 84/43 (+).

294-19. **Les éviérs.** BOURRAGE (G.); *Rev. Alum.* (mars 1948), n° 142, p. 79-83, 18 fig. — Exposé des résultats satisfaisants obtenus en France avec des éviérs chaudronnés en tôle d'alliage léger A. G. 3 avec des plonges en tôle d'aluminium pur chaudronnées et soudées pour de grandes laveries et avec des éviérs coulés en alliage léger. Résultats encourageants obtenus en Angleterre. Noms de quelques firmes spécialisées dans ce genre de fabrication. E. 2653 (◇).

295-19. **Siphon des appareils sanitaires.** BOURSIER (L.); *Chaud-Froid* (mai 1948), n° 17, p. 43-45. — Étude de différents types de siphons. E. 2937 (◇).

296-19. **L'alimentation des douches individuelles par appareils instantanés au gaz.** *Equip. Techn.* (mars 1948), n° 5, p. 7-9, 6 fig. — Étude de l'alimentation des douches individuelles. Réglage sur l'arrivée de gaz. Réglage sur la canalisation d'eau chaude. Intérêt de l'emploi des deux réglages qui se complètent. E. 2600 (◇).

297-19. **La robinetterie. Considérations générales. Son choix. Son entretien.** *Equip. Techn.* (avril 1948), n° 6, p. 11-13, 9 fig. — Examen des divers systèmes de robinets. Têtes à vis système Cadet, tête à vis intérieure. Porte garniture. Têtes de robinets à vis clapets guidés. Bruits; leur origine, leur atténuation. E. 2945 (◇).

Climatisation. Chauffage.

298-19. **Chauffage et ventilation** (Heating and ventilation). HANDISYDE (C. C.); *J. R. I. B. A.* (nov. 1947). — E. 1815. P. 79/33 (+).

299-19. **Contribution à une étude rationnelle de la construction des bâtiments.** DUPUY (R.); *Œuvres Maîtres-Œuvre* (déc. 1947-janv. 1948), n° 9, p. 12-14, 3 fig. — Il est montré dans cet article, qu'un bâtiment a, par lui-même un rôle « passif » de protection contre les agents extérieurs, mais qu'on peut lui faire remplir un rôle « actif » par modification de certains des éléments constructifs (résistance thermique des parois, orifices de ventilation, accès au rayonnement solaire). Pour permettre ce rôle, il faut que les éléments constitutifs du mur répondent à certaines conditions. Détermination facile de ces conditions par une méthode graphique. E. 2712 (◇).

300-19. **Détermination théorique et expérimentale des apports de chaleur par insolation dans les bâtiments habités.** NESSI (A.); *Œuvres Maîtres-Œuvre* (déc. 1947-janv. 1948), n° 9, p. 15-17, 3 fig. — Détermination « des apports de chaleur par insolation dans les bâtiments habités ». Étude complexe des bâtiments « prévus ». Diagramme des températures extérieures et relevé d'un solénaire enregistreur. Par le tracé des courbes d'influence de la pièce, les courbes de températures virtuelles intérieures et extérieures sont obtenues et, par suite, les quantités de chaleur reçues par la pièce par l'effet des radiations solaires. Cette méthode permet de prévoir dans le bâtiment les dispositions nécessaires pour éviter les élévations de température qui ne peuvent être tolérées à l'intérieur des habitations. E. 2712 (◇).

301-19. Choix de la structure des parois des habitations au point de vue thermique. NESSI (A.); *Œuvres Maîtres-Œuvre* (déc. 1947-janv. 1948), n° 9, p. 18-21, 13 fig. — Résumé de toutes les théories développées dans différents rapports parus sous l'égide du C. T. I. C. V. Notions de courbes d'influence, de mur lourd ou léger, de courbe de relèvement et de courbe d'abaissement de température. Examen des courbes d'abaissement de température permettant de se rendre compte de la lourdeur ou de la légèreté des pièces étudiées et de concilier de bonnes conditions d'habitabilité avec un éclairage naturel satisfaisant et un minimum de consommation de combustible. E. 2712 (◇).

302-19. Le climat et le confort humain. Les réactions physiologiques à la chaleur et au froid (Climate and human comfort. Bodily reactions to heat and cold). BRUNT (D.); *Roy. Inst. Proc.* (1947). — E. 1276. P. 73/3 (+).

303-19. Normes de confort pour le chauffage et la ventilation (Standards of comfort in heating and ventilation). *Plumb. Trad. J.*, vol. 27 (mai 1948), p. 68-71. — Théorie chimique des conditions de respiration dans une enceinte fermée. Autre théorie sur la viciation organique de l'air. Variation en fonction de l'individu, du travail effectué, etc... Absorption de chaleur. Niveau de température et mouvement de l'air. Thermomètres. Autres méthodes de mesure pour différents cas particuliers. E. 2948 (◇).

304-19. Sources d'énergie pour chauffage central. MARTIN (R.), LOUIS (V.), DESPLANCHES (A.), POMMERAS (P.); *Œuvres Maîtres-Œuvre* (déc. 1947-janv. 1948), n° 9, p. 37-50, fig. — D'après R. MARTIN, caractéristiques principales des divers combustibles : solides, liquides, gazeux. Limites d'emploi de chacun de ces combustibles. Modes d'emploi de l'électricité dans le chauffage central ou généralisé. L'emploi de ce fluide ne se légitime que dans le cas de chauffages très localisés et intermittents. V. LOUIS, en ce qui concerne le gaz, reprend les conclusions de R. MARTIN : limitation de son emploi aux locaux où un fonctionnement continu n'est pas nécessaire. En raison du gaspillage d'énergie, constitué par le chauffage électrique, P. POMMERAS préconise en le démontrant par l'application des notions de température résultante, la localisation rapide du confort des occupants, par l'emploi de tapis et de rideaux chauffants. Par A. DESPLANCHES, rappel succinct du principe du chauffage thermodynamique, l'air comme fluide frigorigène. E. 2712 (◇).

305-19. Comparaison entre le gaz et l'électricité au point de vue de l'économie du charbon (Comparison between gas and electricity on the basis of coal economy). SCHILLER (P.); *Inst. Electr. Engrs. J.* (1947). — Avec les derniers progrès il n'y a pas de différence bien nette en ce qui concerne l'économie de charbon. E. 1276. P. 73/27 (+).

306-19. Accumulation du soleil d'hiver pour le chauffage : la maison « solaire » (Winter sunshine trapped for heating proposes : the solar house). *III. London News* (1947). — Des expériences faites au « Massachusetts Institute of Technology » comprennent la construction d'un banc de cubes de verre, derrière les fenêtres d'une maison « solaire », et le remplissage de ces cubes par des solutions chimiques qui retiennent la chaleur solaire pendant des durées variables. E. 2224. P. 81/30 (+).

307-19. Transmission de la chaleur par conductibilité et par convection (Transmission del calor por conductibilidad y por convección). ZARATE (C. C.), FRANCONETTI (J. M.); *Ingeniería* (mai 1947), n° 5, p. 240-251, 20 fig. — Calcul graphique du coefficient de conductibilité paroi-fluide dans cinq cas différents d'écoulement de gaz et de liquides divers circulant à l'intérieur de tubes horizontaux ou verticaux, et de liquides s'écoulant à l'extérieur des tubes et normalement à leur direction, au moyen d'abaques et de tables donnant des facteurs de correction. E. 02511 (◇).

308-19. Transmission de la chaleur par conductibilité et convection. Deuxième partie (Transmission del calor por conductibilidad y por convección. Segunda parti). ZARATE (C. C.), FRANCONETTI (J. M.); *Ingeniería* (mars 1947), n° 869, p. 146-152. — Suite d'une première partie parue dans la *Ingeniería* n° 863, sept. 1946, p. 579-600. — Calcul du coefficient de conductibilité thermique dit de « pellicule » entre la paroi et le milieu considérés. Rappel des notations employées. Calcul analytique de ce coefficient au moyen de formules données pour 25 cas de liquides ou gaz s'écoulant à l'intérieur de tubes avec turbulence ou à l'extérieur de tubes ou faisceaux de tubes suivant une direction déterminée par rapport à ces tubes. Convection naturelle. Faibles vitesses. Serpentin. Air chaud sur plaques horizontales. Huiles de pétrole. Vapeurs saturées. Liquides bouillants. Coefficients pour le cas d'incrustations. E. 02510 (◇).

309-19. Transmission de la chaleur par conductibilité et convection (Transmission del calor por conductibilidad y por convección). ZARATE (C. C.), FRANCONETTI (J. M.); *Ingeniería* (juill. 1947), n° 7, p. 354-366, 20 fig. — Calcul graphique du coefficient de conductibilité dit « de pellicule » dans 10 cas (voir calcul analytique dudit coefficient) au moyen de nomogrammes et de tables de correction. E. 02512 (◇).

310-19. Transmission de la chaleur par conductibilité et convection (Transmission del calor por conductibilidad y por convección). ZARATE (C. C.), FRANCONETTI (J. M.); *Ingeniería* (août 1947), n° 8, p. 425-435, 7 fig. — Valeurs approchées du coefficient total de transmission de la chaleur, dans 17 cas. Cas des doubles fonds. Cas des tours de réfrigération. Ces valeurs doivent être utilisées avec prudence. E. 02513 (◇).

311-19. Le chauffage discontinu et intermittent. DELL'ORO (J.); *Chaud-Froid* (avril 1948), n° 16, p. 27. — Importance du délai de mise en température des locaux d'après leur utilisation. Détermination de la surpuissance de fonctionnement des installations de chauffage, compte tenu de ce délai; valeur de référence servant de base. Exemple d'application. Modifications dans la conduite de l'installation selon les variations de la température extérieure. E. 2751 (◇).

312-19. Le chauffage discontinu et intermittent. DELL'ORO (J.); *Chaud-Froid* (mai 1948), n° 17, p. 19-21. — Examen du problème du « Mur » suivant quatre hypothèses caractérisées par le milieu dans lequel on place ce mur; la troisième et la quatrième hypothèses envisagent le cas de deux murs parallèles. E. 2937 (◇).

313-19. Le convecteur. *Œuvres Maîtres-Œuvre* (déc. 1947-janv. 1948), n° 9, p. 51, 7 fig. — Dans cet article, la Société CIRCALOR souligne les qualités que présente cet appareil au point de vue esthétique. Accouplé avec un ventilateur, le rendement en est considérablement amélioré. E. 2712 (◇).

314-19. Le convecteur. *Equip. Tech.* (avril 1948), n° 6, p. 10. — Étude du rendement des convecteurs en fonction de la hauteur de la gaine qui le recouvre. E. 2945 (◇).

315-19. Température d'été. Air extérieur. Radiations solaires. Étude de ces données pour la ville de New-York (Summer weather data and solar-air temperature. Study of data for New York City). MACKAY (C. O.), WATSON (E. B.); *Am. Soc. Heat. Vent. Engrs* (1945), vol. 51, p. 75-91, 7 fig. — Action de la chaleur solaire. Formule donnant la quantité de chaleur en fonction de la faculté d'absorption par la surface en radiations solaires, de l'intensité de celles-ci, d'un coefficient de transmission de la chaleur entre l'air extérieur et la surface à l'ombre, et les températures de l'air et de cette surface. Essais sur des surfaces horizontales et verticales. E. 2529 (◇).

316-19. Conditions climatiques à réaliser dans les locaux. MISSENAUD (A.); *Œuvres Maîtres-Œuvre* (avril 1948), n° 9, p. 7. — M. MISSENAUD insiste sur la nécessité de la variation des conditions à réaliser suivant les catégories de locaux. Exemples précisant la température optimale à obtenir dans divers locaux en tenant compte des variations de température admissibles entre l'intérieur et l'extérieur. Cas des ateliers. E. 2712 (◇).

317-19. Propriétés thermodynamiques de l'air humide (Thermodynamic properties of moist air). GOFF (J. A.), GRATCH (S.); *Am. Soc. Heat. Vent. Engrs* (1945), vol. 51, p. 125-164, 4 fig. — I. Air sec. Composition. Volume spécifique. Produit pv, température absolue. Force répulsive entre deux molécules voisines. Entropie. — II. Vapeur d'eau. Condensation. Pression de vapeur de l'eau, de la glace. — III. Air humide. Théorie des mélanges gazeux. Coefficient d'interaction E. 2529 (◇).

318-19. La régulation automatique. LIEBAUT; *Chauf. Vent. Condit.* (janv.-févr. 1948), n° 1, p. 10-15, 5 fig. — Différentes dispositions permettant le réglage asservi à vitesse variable. Moyens de supprimer l'imprécision due à l'asservissement par les dispositifs de compensation. Stabilisation du réglage flottant au moyen du réglage différentiel (action du facteur à régler et de sa dérivée par rapport au temps). Étude du réglage à 3 éléments (action du facteur perturbateur, du facteur de réglage et de la grandeur à régler). Son étude mathématique et courbes correspondantes de fonctionnement de la régulation. E. 2641 (◇).

319-19. Régulation automatique et commande automatique des installations de chauffage. RAUSSOU (J.); *Œuvres Maîtres-Œuvre* (déc. 1947-janv. 1948), n° 9, p. 72-74, 1 fig. — Exposé de la régulation, but, principes, limites d'application, commande automatique. Exemples. E. 2712 (◇).

320-19. 20 % d'économie de combustible. Technique du contrôle automatique du combustible (20 % fuel saved, Fuel automatic control technique). *Ministry Fuel Power* (1947)

13 p. — Ce procédé de contrôle des températures peut être utilisé pour le chauffage et pour le contrôle du fonctionnement. E. 1767, 78/39 (+).

321-19. Un bel exemple d'isolation thermique: « La Maison du Peuple de Clichy ». GRUZELLE (R.); *Chaud-Froid* (déc. 1947), n° 12, p. 18-20, 2 fig. — Détails sur les locaux composant cette construction. Modes de chauffage utilisés dans ceux-ci. Réalisation de l'isolation thermique des différents éléments: plafond, parois extérieures verticales, parties vitrées, planchers, cloisons intérieures. Résultats obtenus. E. 2728 (◇).

322-19. Le chauffage moderne et l'Architecte. Rapport de la section Architecture du Congrès: « Le combustible et l'avenir » (Modern heating and the Architect. Report of the Architects' section of the Conference « Fuel and the future »). J. R. I. B. A. (déc. 1946), vol. 54, n° 2, p. 69-78, 9 fig. — 3^e Session de la section « architecture » sous la présidence du docteur LEA (F. M.). — L'isolation des constructions. Moyens de diminuer la déperdition de chaleur. Normes pour isolation thermique. Murs extérieurs en béton; à charpente et panneaux. Fenêtres. Toitures, toitures plates. Planchers ventilés et planchers reposant directement sur dalle de béton. Tableaux donnant les prix de revient et le coefficient calorifique pour divers types de constructions. E. 2542 (◇).

323-19. Les caractéristiques thermiques et acoustiques des habitations (Thermal and acoustic performance of dwellings). *Comm. Exp. Build. Stat.* Examen de quatre types de murs. E. 1276, 73/48 (+).

324-19. Travaux du N. P. L. Isolants modernes. *Mod. Refrig.* (juill. 1946), p. 178. — Compte rendu de l'activité du National Physical Laboratory en ce qui concerne l'étude des isolants modernes pour la chaleur. E. 2307, p. 305 (◇).

325-19. Isolement thermique des bâtiments d'usines (Thermal insulation of factory buildings). *Builder* (1946). — Recommandations du Ministry of Works. E. 1633. P. 38/71 (+).

326-19. Réalisation de l'isolement par la construction en « sandwich » (Sandwich construction insulation). COOPER (A.); *Mod. Refrig.* (nov. 1947). — La construction en « sandwich » s'applique à l'isolement en utilisant une substance de faible conductivité thermique comme matériau de remplissage. E. 1815. P. 79/2 (+).

327-19. Calcul de l'économie de combustible réalisée grâce à l'emploi du double vitrage. *Glaces Verres* (avril 1948), n° 95, p. 25-28. — Étude sur le double vitrage et sur les économies de combustible que l'on peut escompter de son emploi. E. 2955 (◇).

328-19. Étude sur l'isolation thermique des vitrages. GRUZELLE (R.); *Chaud-Froid* (mai 1948), n° 17, p. 7-9. — Indications sur la détermination des coefficients de transmission de la chaleur au travers des vitrages. Vitrages simples. Vitrage double. Vitrage quadruple. Forte influence de la lame d'air comprise entre les verres; importance de l'épaisseur de cette lame. E. 2937 (◇).

329-19. Influence de la capacité calorifique des murs sur les conditions de température des intérieurs et sur l'économie de chaleur (The influence of heat capacity of walls on interior thermal conditions and heat economy). WINSLOW (C. E. A.), HERRINGTON (L. P.), LORENZI (R. J.); *Am. Soc. Heat. Vent. Engrs* (1945), vol. 51, p. 197-212, 3 fig. — Maison expérimentale de deux pièces séparées par un couloir, entourées d'espaces à températures réglables. Chauffage électrique contrôlé automatiquement. Mesure de la conductibilité et de la capacité des murs. Courbes de température au cours du cycle diurne. Économie de chaleur en cessant de chauffer la nuit. Conditionnement confortable par temps chaud. E. 2529 (◇).

330-19. Le VII^e Congrès International du chauffage, de la ventilation et du conditionnement. *Monit. Trav. Publ. Bât.* (25 oct. 1947), n° 43, p. 3-5, 1 fig. — Exposé du problème du recyclage des fluides par MM. VÉRON et VICARD. Étude des ventilateurs par MM. FORTIER, LONGPIERRE, CHAPPUIS. Étude des combustibles: le charbon par M. CHERMELOT; le gaz par M. LOUIS; le bois par M. LESCUYER; le gaz de Saint-Marcel par M. LEROY; les gaz liquéfiés de pétrole par M. PIGNIER; les combustibles liquides par M. GUILLERMIC. E. 1460 (◇).

331-19. Des conduites individuelles de chaleur et de froid desservent chaque pièce d'un immeuble neuf (Individual heating-cooling ducts supply each room of new building). DITTMAN (G. C.); *Heat. Pip.* (1947), p. 82-85. — Système de chauffage et de conditionnement de l'air installé dans un immeuble pour bureaux, dépourvu de fenêtres. E. 2224, P. 81/52 (+).

332-19. Les climats artificiels. La ventilation industrielle. TUNZINI (B.); *Œuvres Maitres-Œuvre* (déc. 1947-janv. 1948), n° 9, p. 57-67, fig. — Procédés modernes de chauffage, de ventilation et de conditionnement de l'air. Application des travaux de M. MISSENERD, tant aux problèmes de l'habitat qu'aux problèmes industriels. « Chauffage des grands espaces » par l'air pulsé auquel vient parfois s'associer le chauffage par rayonnement du sol; chauffage de la maison individuelle pour laquelle le chauffage par air pourrait être parfois associé au chauffage par rayonnement. Exemples du problème du conditionnement de l'air dans l'industrie, le commerce, le théâtre et le cinéma. Description dans l'industrie d'installations de ventilation ayant pour but d'assurer l'hygiène des travailleurs par l'évacuation des vapeurs nocives; le filtrage de l'air et le dépoussiérage. E. 2712 (◇).

333-19. Étude du processus de la dissolution du CO² dans l'eau de condensation des installations de chauffage d'immeubles à la vapeur (Studies of the mechanism of solution of CO² in condensates formed in steam heating systems of buildings). COLLINS (L. F.); *Am. Soc. Heat. Vent. Engrs* (1945), vol. 51, p. 39-52, 10 fig. — La corrosion dans les appareils de chauffage central est probablement due surtout à la dissolution d'anhydride carbonique dans l'eau. A 100°, 1 % d'acide se combine avec l'eau. Essais. Soupape thermostatique montrant, grâce à des tubes de verre, le gaz non dissous et le dépôt d'oxyde de fer dans les canalisations de retour. E. 2529 (◇).

334-19. Méthode pour prévenir la dissolution du CO² dans les condensations en purgeant les conduits de vapeur dans les installations de chauffage central (Preventing the solution of CO² in condensates by venting of the vapor space of steam heating equipment). MC KINNEY (D. S.), MC GOVERN (J. J.), YOUNG (C. W.), COLLINS (L. F.); *Am. Soc. Heat. Vent. Engrs* (1945), vol. 51, p. 53-74, 15 fig. — Cette purge ne permet pas de débarrasser complètement les condensations de tout le CO². La vapeur et les condensations s'écoulent à contre-courant de l'eau de refroidissement. Le CO² s'accumule au bout de la circulation de la vapeur et on peut à cet endroit l'évacuer dans l'atmosphère. Des condensateurs expérimentaux à tube hélicoïdal refroidi reçoivent la vapeur; la condensation s'écoule par le bas, le CO² s'échappe par un évent vers le haut. En annexe, détermination du CO² et discussion. E. 2529 (◇).

335-19. Les chaufferies. D'ESPINE (F.); *Œuvres Maitres-Œuvre* (déc. 1947-janv. 1948), n° 9, p. 68-71, 6 fig. — Rappel des principes généraux qui doivent conditionner l'établissement des chaufferies. Emplacement des accès, issues de secours, voisinage. Chaufferie proprement dite: le sol, les carneaux, le socle des chaudières, le cendrier, la vidange, les soutes et l'appareillage mécanique. Réglementation concernant les chaufferies industrielles. E. 2712 (◇).

336-19. Le cours de chauffage de « Chaud-Froid ». Les pentes et les purges. EURIAT (R.); *Chaud-Froid* (déc. 1947), n° 12, p. 15-17 (suite). — Objet des purgeurs d'air, purgeur à réduction excentrée, purge permanente des gaz produits par décomposition de l'eau. Sens et importance à donner aux pentes. Rôle des robinets, leur étanchéité, grippage des robinets, réglage des robinets. E. 2728 (◇).

337-19. Principes de chauffage automatique au mazout. Essais de rendement des brûleurs et des chaudières à mazout (Principles of automatic oil heating. Testing for oil burner and boiler operating efficiencies). BURKHARDT (C. H.); *Plumb. Heat. J.* (mars 1948), vol. 119, n° 3, p. 35-43, 9 fig. — Combustion du mazout et produits de cette combustion. Un excès d'air amène une perte de chaleur. Détermination de l'air en excès. Essais. Température de la cheminée et indice d'absorption calorifique des chaudières. Réduction de la température de la cheminée par nettoyage des conduits, réduction du tirage, réglage du foyer, chambre de combustion. Relation entre la température de la cheminée et la teneur en CO². Exemples résultant d'expériences pratiques. E. 2559 (◇).

338-19. Le chauffage au mazout. Brûleurs à pulvérisation par la vapeur d'eau. GALETIN (J.); *Chaud-Froid* (déc. 1947), n° 12, p. 9-10, 5 fig. — La pulvérisation du combustible est assurée par la vapeur d'eau. Caractéristiques du générateur de vapeur à utiliser. Description et fonctionnement des brûleurs alimentés en huile combustible par gravité, par pompe, par dépression. Processus de la mise en service de ces brûleurs. Dispositifs de réglage de contrôle et de sécurité. E. 2728 (◇).

339-19. Le chauffage au mazout. Equipement d'un générateur. GALETIN (J.); *Chaud-Froid* (mai 1948), n° 17, p. 11-17, 10 fig. — Précisions sur l'équipement de transformation d'un générateur en vue de l'utilisation du mazout. Indications

sur le volume du foyer, sur les proportions du foyer qui conviennent à l'emploi du mazout. Discussions sur les différents types de chaudières; quelques considérations sur les surfaces d'échanges et sur les cheminées. E. 2937 (◇).

340-19. L'histoire d'une maison. Chapitre 41. Foyers et poêles (The story of a house. Chapter 41. Fireplaces and stoves). ELMES (E. J.); Ill. Carp. Build. (14 nov. 1947). — E. 1767, P. 78/33 (+).

341-19. Le chauffage des petits logements. Œuvres Maitres-Œuvre (déc. 1947-janv. 1948), n° 9, p. 82, 2 fig. — Description d'un appareil comprenant un poêle chauffant la pièce où il est installé et dont les conduits de fumée réchauffent l'air environnant, cet air chaud étant véhiculé dans les autres pièces de l'habitation. E. 2712 (◇).

342-19. Les poêles. DUFOUR (J.); Œuvres Maitres-Œuvre (déc. 1947-janv. 1948), n° 9, p. 52-53, fig. — Création et application des estampilles de marque de qualité NF U. F. A. C. D., que délivre la Commission Technique de cette société. La pénurie des matériaux et la mauvaise qualité des combustibles ne permettent pas encore de mettre à profit l'effort fourni par les constructeurs. E. 2712 (◇).

343-19. Corrections de radiation pour les constantes utilisées dans les projets d'installations de chauffage de tous modèles (Radiation corrections for basic constants used in the design of all types of heating systems). RABER (B. F.), HUTCHINSON (F. W.); Am. Soc. Heat. Vent. Engrs (1945), vol. 51, p. 213-226, 1 fig. — Recherches de l'Université de Californie au sujet de systèmes de chauffage par radiation et par panneaux dont les résultats intéressent aussi les systèmes de chauffage par radiateurs, par convection, à air chaud. I. Procédé rationnel pour déterminer la température intérieure de l'air désirée, avec un chauffage par convection. Solution graphique. II. et III. Coefficients de transmission de chaleur avec chauffage combiné des surfaces internes et externes par convection ou radiation. E. 2529 (◇).

344-19. Le chauffage par rayonnement de sol. SUPRÉ (A.); Œuvres Maitres-Œuvre (déc. 1947-janv. 1948), n° 9, p. 54-56, 4 fig. — Notion de température résultante faisant ressortir les avantages du chauffage par rayonnement de sol. Si l'intermittence est imposée ou si le programme envisage une installation de régulation, l'étude des courbes d'influence permet seule de déterminer s'il est possible de suivre le programme de températures intérieures que l'on s'est fixé. A priori, ce chauffage ne convient pas pour des locaux de très courte durée d'occupation. E. 2712 (◇).

345-19. Le chauffage moderne et l'architecte. Rapport de la section Architecture du Congrès « Le Combustible et l'Avenir » (Modern heating and the architect. Report of the Architects' section of the Conference « Fuel and the Future »). J. R. I. B. A. (nov. 1946), vol. 54, n° 1, p. 3-30, 12 fig. — Situation actuelle de la question du combustible. Conditions requises pour le chauffage domestique. Règlement concernant le combustible domestique. Nouvelles applications pour le chauffage. Combustible solide. Appareils fournissant le chauffage et l'eau chaude. Appareils ne fournissant que l'eau chaude. Cuisinières. Magasinage du charbon. Emploi du gaz et de l'électricité. Réfrigérateurs. Buanderie et lingerie électriques. Influence des applications nouvelles sur l'étude architecturale. E. 2541 (◇).

346-19. Le cours de chauffage. EURIAT (R.); Chaud-Froid (avril 1948), n° 16, p. 23-25. — Avantages et inconvénients de la circulation accélérée. Principe des générateurs à circulation accélérée basée sur l'émulsion de l'eau; qualités et défauts. Fonctionnement des installations avec pompe ou avec accélérateur entraînant une sujection d'organes mécaniques. Principe des installations de chauffage par pulsion, leur inconvénient. E. 2751 (◇).

347-19. Le chauffage à eau chaude à circulation accélérée par pompe. CHASSEREAU (R.); Chaud-Froid (avril 1948), n° 16, p. 9-13, 8 fig. — Procédés permettant l'équilibrage des débits entre plusieurs circuits: équilibrage « horizontal » par boucle inversée de TICHELMANN pour les installations fonctionnant par pompe, équilibrage « vertical » pour les installations fonctionnant par pompe et par thermosiphon (système en « parapluie », combinaison des équilibres verticaux et horizontaux). Exemples d'installations dont le schéma est défectueux. E. 2751 (◇).

348-19. Le chauffage à eau chaude à circulation accélérée par pompe. CHASSEREAU (R.); Chaud-Froid (mai 1948), n° 17, p. 3-5. — La pompe permet le fonctionnement mixte: thermosiphon et circulation par pompe. Conditions de fonctionnement. Augmentation de rendement des corps de chauffe. E. 2937 (◇).

349-19. Le mitigeage. MICHAUT (J.); Equip. Tech. (avril 1948), n° 6, p. 3-7, 11 fig. — Cas où s'impose le mitigeage. Montages pratiques; chauffage à eau chaude (plusieurs circuits à régimes différents, thermosiphon). Mitigeage de l'air. E. 2945 (◇).

350-19. Note sur le calcul des pompes de circulation. Equip. Tech. (avril 1948), n° 6, p. 9, 2 fig. — Quelques particularités d'ordre mécanique des pompes de circulation qu'il convient de ne pas perdre de vue. E. 2945 (◇).

351-19. Les systèmes de chauffage par l'eau chaude haute pression (High pressure hot water heating systems). SLADE (F. H.); Machinery Lloyd (1947). — E. 1276, P. 73/29 (+).

352-19. Le chauffage à eau chaude à circulation accélérée par pompe. CHASSEREAU (R.); Chaud-Froid (déc. 1947), n° 12, p. 11-14, 2 fig. — Influence de la chute de température sur la détermination des éléments d'une installation. Méthodes de détermination préliminaire des diamètres: résistance au frottement, résistances locales, leur détermination. E. 2728 (◇).

353-19. Diamètres des chauffages à vapeur à basse pression. BOURCIER (L.); Chaud-Froid (déc. 1947), n° 12, p. 5-7, 3 fig. — Avantages du chauffage à la vapeur à basse pression. Principe du calcul des canalisations, pression à utiliser, débits nécessités par les radiateurs, pertes de chaleur et pertes de charge occasionnées par les tuyauteries et les résistances locales. Détermination, en première approximation des diamètres des tuyauteries. E. 2728 (◇).

354-19. La pompe de chaleur à cycle d'air (The air cycle heat pump). THOMAS (T. F.); Engineer (1947). — E. 1276, P. 73-28 (+).

355-19. Un nouveau système américain de chauffage, « le Miracula » emprunté la chaleur du sol. BLANCK (G.); Chaud-Froid (avril 1948), n° 16, p. 29. — Le principe de fonctionnement du système et les résultats qu'il devrait permettre d'obtenir. Détail des installations nécessités par sa réalisation pratique. Évaluation du coût de ces installations et prix de revient du chauffage réalisé par ce procédé. E. 2751 (◇).

356-19. Maison d'habitation chauffée et à conditionnement d'air par combinaison de pompe thermique et de Diesel (Apartment house heated and air conditioned by combination heat pump and diesel); Plumb. Heat. J. (1947), p. 44, 46, 48, 49. — E. 1913, P. 80/54 (+).

357-19. La pompe thermique. Ses applications pratiques (The heat pump. Its practical application); Air Treat. Engr. (1947), p. 335-342. — Premier d'une série d'articles. E. 1913, P. 80/27 (+).

358-19. Système de pompe de chaleur employant des réserves d'eau (Heat-pump system using water storage). SPORN (P.), AMBROSE (E. R.); Mech. Engng (1947), p. 899-903, 921. — Description et résultats de fonctionnement d'un système de conditionnement d'air à pompe de chaleur pour un bâtiment industriel. E. 1913, P. 80/25 (+).

359-19. Les procédés S. C. A. P. pour le chauffage à air chaud. Chaud-Froid (déc. 1947), n° 12, p. 33. — Réalisation de la Société de Climatization par air pulsé. Caractéristiques de principe de fonctionnement du générateur à air chaud: description et fonctionnement de l'échangeur et du foyer susceptible de fonctionner au charbon ou au mazout. Avantages et applications de ces appareils. E. 2728 (◇).

360-19. Transmission des radiations solaires au travers des plaques de verre pendant l'été (The transmission of solar radiation through flat glass under summer conditions). PARMELEE (G. V.); Am. Soc. Heat. Vent. Engrs (1945), vol. 51, p. 317-350, 16 fig. — Étude d'un flux de chaleur qui traverse des vitres de fenêtres exposées aux radiations solaires. Propriétés physiques et chimiques du verre. Transmission, absorption, réflexion de la radiation directe. Vitres doubles. Radiations du ciel. Calcul de la chaleur gagnée. Influence de l'angle d'incidence. E. 2529 (◇).

361-19. Le gain de chaleur solaire par les fenêtres (Solar heat gain through windows). BILLINGTON (N. S.); J. R. I. B. A. (29 janv. 1947), vol. 54, n° 4, p. 177-180. — La question s'est posée de déterminer dans quelle mesure la chaleur solaire, entrant par les fenêtres pourrait permettre une économie de combustible de chauffage en hiver. Des expériences à ce sujet sont en cours aux États-Unis. Essais en Angleterre. Analyse des échanges thermiques entre l'intérieur et l'extérieur. La conclusion de cette étude est qu'il n'y a pratiquement pas en Angleterre de différence dans les qualités de combustibles consommées pour le chauffage d'une maison à grandes ou petites fenêtres. Toutefois

les murs exposés à l'Est et à l'Ouest devront être pourvus de petites ouvertures, en raison du vent. E. 2592 (◇).

362-19. **Les installations de chauffage et de climatisation des locaux destinés à l'Assemblée de l'Union française au Palais de Versailles.** *Œuvres Maîtres-Œuvre* (déc. 1947-janv. 1948), n° 9, p. 23-28, 12 fig. — Premier d'une série de quatre articles sur les installations réalisées suivant les derniers progrès de la technique moderne : chauffage par l'électricité de l'École professionnelle de Vizille (proximité de grandes chutes d'eau); chauffage des « immeubles d'expériences » d'Orléans et de l'Internat de l'École Nationale Professionnelle de Metz. E. 2712 (◇).

363-19. **Chauffage d'un appartement.** BOURCIER (L.); *Chaud-Froid* (avril 1948), n° 16, p. 3-7. — Renseignements à recueillir pour l'établissement d'un projet de chauffage central d'appartement; renseignements nécessaires au calcul des déperditions; renseignements se rapportant aux dispositions possibles de l'installation et aux conditions d'exécution. Exemple de calcul des déperditions d'une pièce. Détermination de la surface de chauffe totale et de la puissance de la chaudière. Établissement du prix de revient. E. 2751 (◇).

364-19. **Le chauffage urbain. Caractéristiques.** *Œuvres Maîtres-Œuvre* (déc. 1947-janv. 1948), n° 9, p. 75-81, 10 fig. — Canalisations de chauffage collectif sous la voie publique; avantages. Emploi de combustibles de qualité secondaire. Bilan économique et limites d'applications. E. 2712 (◇).

365-19. **Le chauffage urbain dans un nouveau programme de logements** (District heating for a new housing scheme); *Archit. Rev.* (1947). — Programme de logements pour des ouvriers dans les Galles du Sud avec chauffage urbain et distribution d'eau chaude. E. 1194. P. 65/76 (+).

366-19. **L'équipement des installations domestiques de chauffage d'eau par l'électricité** (The provision of domestic electric water-heating installations); *Brit. Stand. Code Pract.* (1948), 35 p., 16 fig. — Matériaux, appareils et pièces constitutives. Chauffe-eau à accumulation, à immersion. Température d'accumulation. Capacité. Forme des récipients. Emplacement pour chauffe-eau. Tuyauterie. Pose. Valves et vannes. Robinets. Radiateurs à eau chaude. Cylindres à chauffage indirect. Travail en dehors du chantier. Travail sur le chantier. Connexions et mise à la terre. Essais. Entretien. Données numériques concernant la déperdition de chaleur, le rendement, la perte d'énergie, la consommation électrique. E. 2690 (◇).

Traitement de l'air et de la matière.

367-19. **Guide du froid et du conditionnement des locaux.** GILARDI (F.), 1^{re} édit. 1947, 1 vol. (16 × 24 cm), 450 p., fig. Édité. Olivier Lesourd, Paris. — Inventaire de l'industrie frigorifique en France comprenant : a) Catalogue général des fournisseurs, des constructeurs et installateurs français de matériel frigorifique; b) Renseignements économiques, particulièrement en ce qui concerne les services officiels; c) Actualités frigorifiques donnant des indications techniques sur la construction du matériel et les applications du froid; d) Memento technique pour le calcul des installations. E. 2307, p. 349 (◇).

368-19. **Manuel de la réfrigération et de ses applications** (Refrigerating data book. Refrigeration applications volume). *Am. Soc. Refrig. Engrs* (1946). — Le conditionnement de l'air dans divers bâtiments publics (usines, hôpitaux et bibliothèques) ainsi que dans les habitations et les moyens de transport. E. 1276. 73/32 (+).

369-19. **Nouveaux abaques de frottement de fluides dans les conduits cylindriques** (A new friction chart for round ducts). WRIGHT (D. K. Jr.); *Am. Soc. Heat. Vent. Engrs* (1945), vol. 51, p. 303-316, 9 fig. — Dans les systèmes de ventilation pour conditionnement de l'air, un facteur vital est l'évaluation de la résistance du fluide dans sa transmission au travers de tous les appareils. Dans la formule théorique interviennent : la perte due au frottement, la longueur des conduits, leur diamètre intérieur, la vitesse du fluide en mètres-seconde, l'accélération de la pesanteur. Dans le tracé des abaques : le coefficient de frottement, le nombre de REYNOLDS, la rugosité relative, la turbulence des tuyaux rugueux, le volume d'air qui passe par minute, sa vitesse, le diamètre des tuyaux, la perte par frottement. Comparaison avec les mêmes données pour tuyaux galvanisés avec joints. Coefficients de rugosité du béton, de l'acier riveté, du bois, de l'acier fondu, acier galvanisé, acier fondu asphalté, acier commun du commerce, tubes étirés. Courbes de viscosité cinématique. E. 2529 (◇).

370-19. **Conditionnement de l'air des locaux souterrains.** WATERWORTH (T. H.); *Mod. Refrig.* (déc. 1946), p. 355-356 (janv. 1947), p. 34. — Description d'une installation de conditionnement d'air dans des locaux administratifs d'une superficie de 40 000 m² aménagés dans une carrière. Installation frigorifique à compression d'ammoniac mue par machines à vapeur installées en surface. E. 2307, p. 339 (◇).

371-19. **Conditionnement de l'air dans les hôpitaux.** BODINUS (W. S.); *Refrig. Engng* (mars 1947), 4 p. — Ce rapport du Comité de l'Association Américaine des Hôpitaux classe tout d'abord par ordre d'urgence les locaux à équiper avec le conditionnement de l'air dans un hôpital, puis passe en revue ces différents locaux (chambres de malades, locaux publics, salles de diagnostic et de traitement, salles d'opérations, salles d'accouchement, pouponnières), indique pour chacun d'eux les caractéristiques de conditionnement d'air à observer, note en passant l'intérêt d'une haute humidité pour éviter certains dangers d'explosion et d'incendie et donne quelques recommandations pour l'équipement frigorifique de l'installation. E. 2642, p. 405 (◇).

372-19. **Conditionnement de l'air dans les usines. Pous-sières, fumées, brouillards, vapeurs et gaz** (Control of industrial atmospheres, Dusts, fumes, mists, vapors and gases); WITHERIDGE (W. N.); *Am. Soc. Heat. Vent. Engrs* (1945), vol. 51, p. 227-242. — Fonctionnement d'un système de ventilation dans une vaste région industrielle pendant 10 ans. Problèmes administratifs et techniques (à Détroit). E. 2529 (◇).

373-19. **Eau de puits** (Water from wells). CLANCY (G. E.); *Heat. Pip.* (1947), p. 75-79. — Discussion sur les facteurs affectant l'emploi des eaux de puits dans le conditionnement d'air et les installations à pompes thermiques et réfrigérantes. E. 1913. P. 80/26 (+).

374-19. **Ventilation hygiénique par rayons ultra-violet** (Ultra-violet sanitary ventilation). ANDERSON (W. T.); *Air Treat. Engr.* (nov. 1947), p. 302-306. — Description de l'utilisation actuelle du rayonnement ultra-violet pour la ventilation et de ses effets antimicrobiens; description de deux méthodes pour l'aération et l'assainissement de l'air avec formules permettant de calculer les conditions de fonctionnement de la lampe dans chaque méthode. E. 1767. P. 78/9 (+).

375-19. **La pratique des installations de ventilation et leurs applications domestiques et industrielles. Écoulement de l'air.** CHASSEREAU (R.), PUIMATTI (H.); *Chaud-Froid* (mai 1948), n° 17, p. 27-31. — Détermination de la pression dynamique, statique et totale. E. 2937 (◇).

376-19. **Ventilation des tunnels routiers.** FIELDNER (A. C.), HENDERSON (Y.), PAUL (J. W.), SAYERS (R. R.) et autres; *J. Soc. Am. Ing. chauff. vent.* [U. S. A.] (janv.-déc. 1926-févr. 1927). — Ce document réimprimé étudie la quantité et la composition des gaz d'échappement des véhicules à moteur dans leurs rapports avec la ventilation des tunnels routiers. E. 2963 (◇).

377-19. **La ventilation du tunnel de la jonction Nord-Midi.** MEULEMANS (G.); *Sci. Techn.* (1948), n° 4, p. 89-90. — Étude de la puissance des groupes moteurs-ventilateurs, du poste central de commande. Renseignements complémentaires et conclusions. E. 2685 (◇).

Éclairage. Installations électriques.

378-19. **Maison ensoleillée en construction adaptable** (Solar house of flexible unit construction). KECK (G. F.); *Archit. Build. News.* (6 déc. 1945). — E. 1626. P. 31-49 (+).

379-19. **La lumière est nécessaire à la vie** (Light for living). LOGAN (H. L.); *Illum. Engng* (1947). — Établissement des conditions précises d'un bon éclairage intérieur. E. 1194. P. 65/25 (+).

380-19. **Le ciel artificiel : son utilité pour l'étude des bâtiments** (The artificial sky : its value in building design). *Light. Lighting* (1947). — Détails sommaires d'une voûte imaginée en Suède, qui présente un éclat uniforme sur toute sa surface, et qui permet l'étude sur maquettes des problèmes relatifs à l'éclairage naturel des bâtiments. E. 1276. P. 73/35 (+).

381-19. **Les bâtiments et l'éclairage naturel** (Buildings and natural lighting). KENNEDY (R. T.); *Builder* (1947). L'orientation des bâtiments en relation avec leur éclairage naturel. E. 1194. P. 65/71 (+).

382-19. **Répartition de la lumière provenant de lampes fluorescentes. Calcul de l'éclairage produit par des sources lumineuses de longueur finie** (Light distribution from fluores-

cent lamps. Calculation of illumination from finite linear light sources). EINHORN (H. E.), SAUERMAN (J. D.); *Inst. Electr. Engrs J.* (oct. 1947), p. 535-542. — E. 1767. P. 78/31 (+).

383-19. Les problèmes d'éclairage des constructions scolaires (Problems in building illumination). KRAEHNBUHL (J. O.); *Univ. Illinois Bull.* (23 avril 1937), vol. 31, n° 29, 28 p., 13 fig. — Facteurs se rapportant à la vision. Niveau d'éclairement. Éclairage direct et indirect. Pourcentage de vision déficiente chez les étudiants. Éclairage naturel et artificiel. Éclairement. Systèmes d'éclairage artificiel direct, semi-direct, indirect. Conditions requises pour l'éclairage. Câblage pour éclairage électrique. Analyse des problèmes d'éclairage. Leur répercussion sur l'étude des constructions. E. 2871 (◇).

384-19. Projet d'éclairage par fluorescence (Designing with fluorescent lighting). LUCKIESH (M.); *Arch. Rec.* (1946). — E. 1633. P. 38/53 (+).

385-19. Systèmes de sonneries d'appels (Bell and call systems). *Brit. Stand. Code. Pract.* (1948), 26 p. — Matériaux, appareils et éléments composants : câbles et fils, prises et fiches; qualité du matériel. Risques d'incendie et d'explosion. Choix du système. Sonnerie simple à appel multiple. Sonnerie d'alarme. Alimentation. Câblage. Parasites. Disposition des circuits dans les constructions. Travail hors du chantier et sur le chantier. Câblage extérieur et intérieur. Essais en usine et sur le chantier. Mise à la terre. Entretien. E. 2889 (◇).

386-19. L'histoire d'une maison. Chapitre 47. L'Équipement électrique (The story of a house. Chapter 47. Electrical work). BRADY (A. F.); *Ill. Carp. Build.* (1947). — E. 2224. P. 81 71 (+).

387-19. Prescription pour l'emploi de câbles électriques dans les petites maisons (Provision of electricity service cable for small houses). *Code Pract. Comm.* (1947), 11 p. — Mise en œuvre, travail en dehors du chantier, travail sur chantier, surveillance, essai et entretien. E. 1913, 80/32 (+).

Acoustique. Insonorisation.

388-19. Théorie et pratique modernes de l'acoustique dans le bâtiment (Modern theory and practice in building acoustics). *Arch. Build. News* (5 avril 1946), p. 11-12. — E. 1634. P. 39/61 (+).

389-19. Mesure du bruit des ventilateurs (Noise ratings of ventilating fans). HOPPMANN (W. H.), LAGER (F.); *Amer. Soc. Heat. and Vent. Engrs* (1945), vol. 51, p. 271-284, 10 fig. — Ce bruit est particulièrement néfaste dans les bateaux. La méthode d'essai exposée est celle de l'Association Nationale de Fabricants de ventilateurs, d'accord avec les spécifications formulées par le Ministère de la Marine, 1942. Mesure du bruit. Construction d'une chambre d'expérience. Microphones. Panneau mobile. Admission d'air. Isolement des vibrations des fondations. E. 2529 (◇).

390-19. Insonorisation (Maisons, Appartements et Écoles) [Sound insulation (Houses, flats and schools)]. *Brit. Stand. Code Pract.* (1948), chap. 3, 30 p., 11 fig. — Bruits extérieurs, différents cas, maisons et appartements, écoles, cours d'école, bruits intérieurs. Normes d'insonorisation pour chacun de ces cas. Unités. Facteur de réduction du bruit. Voies de transmission des sons. Différents cas suivant le mode de construction. Méthodes d'insonorisation. Exemples. Insonorisation des bruits percutants. Planchers flottants. Insonorisation des bruits de tuyauteries et d'ascenseurs. E. 2719 (◇).

391-19. Le bruit dans les canalisations. Moyens de le combattre. GRUZELLE (R.); *Chaud-Froid* (avril 1948), n° 16, p. 33-37, 4 fig. — Analyse des différents bruits produits dans les tuyauteries d'alimentation et d'évacuation d'eau et dans les canalisations des installations de chauffage. Comment se fait la transmission de ces bruits dans les immeubles. Moyens propres à éviter leur production et leur propagation (pressions faibles et constantes). Réglementation à envisager. E. 2751 (◇).

392-19. Locaux insonorisés démontables (Demountable soundproof rooms). GORTON (W. S.); *Acoust. Soc. J.* (1946). — Panneaux sur des parties mobiles de murs. E. 1633. P. 38/61 (+).

Protection contre les désordres et les accidents.

Protection contre l'incendie.

393-19. Mesures préventives contre l'incendie dans les constructions neuves. LECLERC (R.); *Const. Mod.* (avril 1948),

n° 4, p. 121-123. — Examen des critères du comportement au feu et des degrés de résistance des matériaux, bois, acier, brique, béton armé. La résistance d'un matériau à un incendie dépend de la conductibilité thermique, de sa malléabilité à chaud et de sa surface spécifique. E. 2684 (◇).

394-19. « Plans-programmes » de consistance générale des postes de secours contre l'incendie. *Sécur. Prévu. du Feu* (nov.-déc. 1947), t. 3, n° 11-12, p. 254-260. — Ces « plans-programmes » établis par la Sous-Direction de la Protection Civile au Ministère de l'Intérieur, sont destinés aux architectes qui ont à réaliser des postes d'incendie ruraux ou urbains comportant l'installation du matériel et éventuellement le logement du personnel. La circulaire rappelle à ce sujet les caractéristiques minima des habitations édictées par le Ministère de la Reconstruction et de l'Urbanisme et les règles de la modulation. E. 2579 (◇).

395-19. Pare-feux pour toits en bois (Fire stops for timber roofs). *Build. Res. War. Build. Bull.* n° 18 (1942), 13 p., 11 fig. — Quatre types : 1. Les poutres sont protégées sur une certaine longueur, par des tôles légères et des écrans à flammes verticaux au-dessus et au-dessous du toit; 2. De forts supports en fer perpendiculaires au toit portent des tôles ondulées sur eux; 3. Les étais sont remplacés par des tubes; 4. Pour toit léger : attaches bon marché. Ces écrans empêchent la propagation du feu sur le toit. E. 2620 (◇).

396-19. Protection contre l'incendie des constructions métalliques (The fire protection of structural steelwork). *Build. Res. War. Build. Bull.* n° 13 (1941), 10 p., 17 fig. — Fixation du degré de protection désiré. Moyens de protection : dispositifs manuels ou automatiques. Systèmes d'avertissement. Compartimentage des immeubles. Matériaux résistants au feu. Standards britanniques de résistance : les éléments de structure (poutres, colonnes, planchers, murs) sont chauffés. Puis on les essaye en charge. Conditions relatives au magasinage de paille, coton, laine, céréales, sucre, charbon, huiles, etc... Protection des pièces d'acier. Effet du feu, enrobage dans des briques, du ciment, de l'amiante, etc..., des fers. E. 2616 (◇).

397-19. Protection des bâtiments contre l'incendie (The protection of buildings against fire). BYLES (J. C.); *Inst. Heat. Vent. Engrs J.* (1947), p. 265-278. — Matériel d'extinction. E. 1767. P. 78/5 (+).

398-19. La protection des constructions métalliques contre le feu. BALBACHEVSKY (G. N.); *Oss. Métall.* (avril 1948), n° 4, p. 190-198, 8 fig. — Synthèse des recherches faites dans différents pays pour la prévention du feu, pour les constructions métalliques. Études anglaises sur la surcharge d'incendie. Classement des immeubles d'après la durée du feu. Effet du feu sur les éléments de la construction. Protection des éléments. Sécurité des dégagements et issues. E. 2683 (◇).

399-19. Les réserves d'eau à constituer pour la lutte contre l'incendie. GARDET (E.); *Sécur. Prévu. du Feu* (nov.-déc. 1947), t. 3, n° 11-12, p. 253. — Formule permettant d'évaluer la réserve d'eau en fonction de la superficie des bâtiments et d'un coefficient variable avec le risque. Remarques générales sur les réserves d'eau. E. 2579 (◇).

400-19. Ignifugeage d'un dépôt de locomotives reconstruit sur le New York Central (Rebuilt Enginehouse « Fire-Proofed » on the New York Central). *Railw. Engng. Maint.* (août 1947). — Le dépôt de locomotives d'Englewood (Chicago) a été modernisé. L'ignifugeage a été en particulier assuré par un revêtement préservateur et ignifuge des pannes, chevrons et couverture en bois. Traduction 408/47 (◇).

Protection contre les phénomènes naturels.

401-19. Protection contre les intempéries des maisons en agglomérés de béton (Weatherproofing concrete-block houses). *Engng. News-Rec.* (29 avril 1948), vol. 140, n° 18, p. 88-90, 5 fig. — Les fortes variations de température et la condensation intérieure développent une humidité qui détériore les joints entre les blocs agglomérés et, par suite, la maison elle-même. Après divers essais, on a adopté à Cleveland (Ohio) un procédé sûr et facile comportant : brossage à la brosse métallique, nettoyage et calfeutrement des joints, application générale au pistolet d'un enduit au mastic-ciment. E. 2949 (◇).

Danger aérien.

402-19. Résistance des structures en béton armé aux attaques aériennes (Resistance of reinforced concrete struc-

tures to air attack). *Build. Res. Wart. Build. Bull.* n° 17 (1941), 7 p. — Les planchers et la charpente doivent former un ensemble monolithique, la stabilité ne doit pas dépendre d'un support unique, les supports des bâtiments en rez-de-chaussée doivent être détachés des murs extérieurs; précautions à prendre pour les éléments en béton armé. Dégâts par le feu, par l'explosion, par éboulement du sol. E. 2619 (◇).

403-19. Projets normalisés d'usines à rez-de-chaussée pour industries de guerre avec indications sur le choix de l'emplacement et le plan (Standard designs for single storey factories for war industries with notes on siting and layout). *Build. Res. Wart. Build. Bull.* n° 15 et 15A (1941), 45 p., 21 fig. — Les bâtiments doivent être petits, bien charpentés, parés contre le feu (matériaux et protection contre la pénétration des bombes incendiaires), ne pas comporter de surfaces verticales, irrégulières de contour, comporter peu d'acier et de bois, avoir des services et canalisations en sous-sol et en double, comporter des abris, cantines, lavabos, etc... proches et peu importants, être camouflés, éloignés de tout accident du sol, faciles à repérer avec le moins de routes d'accès possible, espacés les uns des autres, dispersés, ne pas être sur une ligne droite ou sur des parallèles; la construction doit être camouflée. Des banquettes de terre peuvent entourer les bâtiments. E. 2617. E. 2633 (◇).

404-19. Notes sur la réparation des maisons endommagées par les bombardements (Notes on the repair of bomb-damaged houses). *Build. Res. Wart. Build. Bull.* n° 21 (1942), 17 p., 19 fig. — Stabilité et réparation des murs. Pourriture sèche. Ravèlement. Taches. Essais sur des murs craquelés, fissurés, tordus, chargés anormalement. E. 2622 (◇).

405-19. Comportement des structures en béton sous un bombardement atomique (Behavior of concrete structures under atomic bombing). PRAEGER (E. H.); *J. Am. Conc. Inst.* (juin 1946), p. 709-720. — La destruction opérée par le bombardement atomique des cités japonaises de Hiroshima et Nagasaki, en août 1945, est mise en lumière, avec une analyse des dommages caractéristiques à l'intérieur de la zone entourant le point « Zéro ». Le fait que certains buildings modernes de béton armé et de construction composite ont résisté, est noté avec intérêt. L'article discute des principes et des dispositions nécessaires pour prévoir une résistance à ces armes nouvelles et spéciales. E. 2005, p. 10. (◇).

Organisation générale d'entreprises.

Main-d'œuvre.

406-19. Constructions artisanales (Handwerkliches Bauen). FURRER (C. D.); *Schweiz. Bauztg.* (10 janv. 1948), n° 2, p. 17-19, 14 fig. — Inconvénients de l'industrialisation à outrance de la construction. Exemples de constructions de caractère simple et cependant architectural réalisées par une main-d'œuvre locale, sans machines, et avec les matériaux du pays. Considérations diverses sur les avantages de ces réalisations. E. 2544 (◇).

407-19. L'industrialisation du Bâtiment et la Reconstruction. Numéro hors série du *Monit. Trav. Publ.* (mars 1947), p. 1-85. — Les principaux articles ont déjà fait l'objet d'analyses détaillées parues dans les précédentes publications de documentation et présentent un exposé d'ensemble des problèmes posés par l'industrialisation du Bâtiment envisagés en particulier du point de vue de la reconstruction. Articles dus respectivement à MM. J. PILPOUL (Nécessité de l'industrialisation du Bâtiment), R. L'HERMITE (La recherche scientifique et les matériaux de construction), J. KÉRISSEL (La modernisation des industries de matériaux et de construction), M. LEFÈVRE (La modernisation de l'industrie de la pierre), R. HUMMEL (Point de vue de l'architecte. Point de vue de l'entrepreneur), P. PLANUS (Point de vue de l'ingénieur-conseil. L'exemple d'un précurseur), F. BOYER (La mécanisation des chantiers), H. GROSBORNE (Où en est la normalisation en France), J. FAYETON (L'évolution de l'art de bâtir en France), H. LEPEU (La construction métallique et l'industrialisation du Bâtiment), M. LODS (De la préfabrication), A. MARINI (Aspects scientifiques et techniques des problèmes de construction), G. DEMARRE (Les concours techniques de la reconstruction), P. ROGER (L'agrément provisoire des matériaux nouveaux et des procédés de construction non traditionnels), F. AILAUD (La cité ouvrière de Creutzwald) et J. DEMARET (La collaboration de l'architecte et de l'ingénieur). — Ce numéro contient, en outre, les conclusions auxquelles avait abouti la Commission du Plan Monnet, ainsi que le résultat d'une enquête sur l'industrialisation du bâtiment, confrontant les points de vue des per-

sonnalités suivantes : MM. ARRACHARD, A. BALENCY-BEARN, G. BARDET, L. BECHMAN, BOLLARD, R. CLOZIER, J. FOUGEROLLE, A. GRANET, A. GUTTON, R. HUMMEL, H. LEPEU, J. MERLET, MONOC, E. H. L. SIMON. E. 150 (◇).

408-19. Une organisation américaine d'entreprise en Grande-Bretagne (An american contract organisation in Britain). WILTON (J.); *Natl-Build.* (mars 1946), p. 186-187. — Rapport sur les méthodes américaines dans l'industrie du bâtiment. E. 1634. P. 39/31 (+).

409-19. Les tendances pour l'étude de la construction des maisons en Australie (Trends in Australian house construction and design). DRYSDALE (J. W.); *Comm. Exp. Build. Stat.* (1946). — Revue des nouveaux perfectionnements dans la construction immobilière. E. 1276. 73/76 (+).

410-19. L'organisation dans la construction métallique. SIMON; *Bull. mens. inform. Ch. Synd. Entrep. const. métall.* France (avril 1948), n° 2, p. 28-39. — Étude de la diminution du prix de revient de la charpente métallique, par le choix des matériaux, des profilés, les études, la construction soudée, le prix de fabrication (où interviennent l'outillage, la qualité de la main-d'œuvre, l'organisation de l'atelier, l'établissement des fiches de travail et de graphiques de temps d'usinage, etc.). E. 2745 (◇).

411-19. L'histoire d'une maison. Chapitre 53 (The story of a house. Chapter 53). WATERS (A. B.); *Ill. Carp. Build.* (13 fév. 1948), p. 172-174. — Le contrôle par l'architecte et le surveillant de travaux; le paiement à l'entrepreneur et autres questions similaires sont étudiés dans ce chapitre. E. 2299. P. 84/41 (+).

Matériel et outillage.

412-19. Les terrassements mécaniques pour les fondations de maisons (The mechanical excavation of house footings). *Civ. Engng. Publ. Wks. Rev.* (févr.-mars 1948), vol. 43, n° 500-501. Les machines employées pour les terrassements de petites dimensions, en sont encore à la période de début, 4 classes de machines : une classe à un seul godet et 3 classes à godets multiples. Variation du taux de rendement. Conditions de bon fonctionnement. Qualités requises. Systèmes de guidage. Comparaison des prix de revient. Essais sur le chantier. Estimation des prix de revient. Exemple pour un chantier à Watford en sol argileux. E. 2890 (◇).

413-19. Des pelles mécaniques à godets inversés et des « bulldozers » servent à la construction d'une importante alimentation d'eau (Back hoes and bulldozers build big water line). *Const. Methods* (avril 1948), vol. 30, n° 4, p. 104-108, 17 fig. — Alimentation en eau provenant du lac Huron, de deux villes du Michigan. Station de pompage. Conduite en béton. Passage sous la rivière Sanginaw, travail d'excavation et de nivellement. Méthode de fabrication des éléments de conduite. Transport et mise en place. Joints. Composition des équipes de travail. Rendement de ces équipes. Prix de revient. E. 2729 (◇).

414-19. Sonnette mobile pour le battage des pieux de petites dimensions (Walking driver for small pile job). *Constr. Methods* (avril 1948), vol. 30, n° 4, p. 101, 3 fig. — Sonnette mobile à commande facile pour le battage de pieux de 11,30 m employés dans la construction d'un petit pont en Géorgie. Description et méthode de travail. Précautions spéciales. Renforcement du contrepoids de la grue commandant le mouton. E. 2729 (◇).

415-19. Un écoulement continu de roche broyée (A continuous flow of crushed rock). *Const. Methods* (févr. 1948), vol. 30, n° 2, p. 80-85, fig. — Dispositions adoptées pour obtenir une production continue sans risque de pannes. E. 2357 (◇).

416-19. L'emploi économique des machines dans la construction des routes (The economic use of plant on motorway construction). PALMER (E. A.); *Highw. Bridges Aerod* (7 avril 1948), vol. 14, n° 718, p. 1, 3, 6. — Production journalière du matériel de bétonnage. Prix de revient. Exemple chiffré. E. 2537 (◇).

417-19. Essai sur l'aérodrome d'Heathrow d'un rouleau d'épreuve de 100 tonnes (Experimental 100-t roller is tested at Heathrow). *Highw. Bridges Aerod* (12 mai 1948), vol. 14, n° 723, p. 11, 2 fig. — Description succincte d'une « caisse roulante » destinée à essayer les pistes d'aérodromes. Dimensions de la caisse. 11,85 × 2,70 × 3,80 m. Mobile sur roues à pneumatiques géants. Avant-train à col de cygne. Poids à vide : 21 t. Surcharge placée dans la caisse et composée de 36 masses de 2,2 t en billettes de

25 cm² de section environ. Surcharge manœuvrée par grue à moteur. Possibilité de modifier axes et roues pour réaliser les effets de charge des divers types d'avions. E. 2950 (◇).

418-19. Réfection de la chaussée d'une grande artère de Londres, avec un « finisseur Barber Greene » (Main London traffic artery resurfaced with Barber-Greene finisher). *Highw. Bridges Aerod* (12 mai 1948), vol. 14, n° 723, p. 5, 1 fig. — Surface refaite : 20 000 m² environ. Longueur du tronçon 1 800 m environ. Travaux comprenant : enlèvement du pavé bois, posé sur le béton existant d'une couche de base d'« asphalte roulé » de 7,5 cm environ, et d'une couche d'« asphalte roulé » de 4 cm environ. Cet asphalte est mélangé à une forte proportion de granit et est antidérapant. Tonnage total : 5 000 t. Préparation en usine. Transport par camions. Exécution par demi-largeur de rue. Quantité mise en œuvre par jour : 160 t, très inférieure aux possibilités de l'appareil (800 t). Détails divers. E. 2950 (◇).

419-19. L'emploi de maquettes permet de mettre au point les derricks haubannés (Model guides guy derrick set-ups). *Const. Methods* (mars 1948), vol. 30, n° 3, p. 98-99, 4 fig. — La M. W. KELLOG Cy emploie des maquettes de derricks haubannés pour l'étude de ses appareils de levage. Ces maquettes, à l'échelle de 6 mm par mètre sont chargées à 500 g, pour 10 t. Elles sont construites en acier. Les essais permettent de déterminer la tension des haubans grâce à des dynamomètres placés sur ceux-ci et d'étudier cette tension dans les différents cas, en fonction de leur nombre et de leur longueur. La précision obtenue est de l'ordre de 1 %. E. 2509 (◇).

420-19. Sécurité et levage (Safety in lifting). *Stand. Rev.* (1946). — E. 1633. P. 38/44 (+).

421-19. Transport rectiligne par câbles de lourdes charges (Brevets Coupry). *CRESTIN; Rev. Bois* (mars 1948), vol. 3, n° 3, p. 13-16, 6 fig. — Objet, constitution et fonctionnement des blindins, moyens de rectifier la trajectoire suivie par la charge en agissant sur le câble porteur à l'aide d'un câble de rectification à deux brins, enroulé sur un tambour spécial, qui fait varier soit la distance entre pylônes (l'un de ceux-ci étant un mât oscillant), soit la longueur du câble porteur entre pylônes. Manière dont travaille le câble porteur et nécessité de répartir la charge du chariot sur un nombre suffisant de roues pour que la courbure du câble porteur reste assez faible. E. 2514 (◇).

422-19. Un nouveau type d'émulseur pour puits profonds. *Rev. Gén. Milil.* (mars-avril 1948), t. 81, p. 193-195, 1 fig. — Description du système d'alimentation en eau du camp de Souge, au moyen d'un émulseur à air comprimé d'un type spécial construit dans les ateliers du Génie. E. 2730 (◇).

423-19. Auge pour étendre le mortier, pour l'emploi avec certains blocs de béton (A mortar-spreading tray for use with certain concrete blocks). *KINNBURGH (W.), Mc TAGGART (G.); Builder* (9 janv. 1948). — Cette auge s'emploie pour étendre le mortier, lors de la mise en place des blocs de béton creux. Elle est entièrement construite en métal soudé, elle est munie de poignées dont les prolongements servent de guide. Essais comparatifs avec et sans cette auge spéciale. Temps pour divers éléments. Après construction, les murs exécutés en blocs de béton creux furent démontés et on mesura la quantité de mortier tombée dans les creux des blocs. La méthode permet de gagner du temps et d'économiser du mortier. E. 2431 (◇).

424-19. Guide-recueil de la réglementation des dépôts de substances explosives REYMOND (E.). Edit. Dunod, Paris (VI^e), 1 broch. (1946), 36 p. — Ce guide examine successivement : les textes réglementaires à consulter, le choix d'un dépôt, la demande, les dispositions techniques, les principales obligations et particularités, les règlements annexes, la répression des contraventions et le transport. E. 3025 (◇).

425-19. Quelques usages des explosifs en Génie civil (Some uses of explosives in civil engineering). *LORIMER (J.); Inst. Civ. Engrs J.* (1945-1946). — E. 1633. P. 38/10 (+).

Les chantiers et la sécurité.

426-19. Organisation et entretien des installations pour les entrepreneurs de travaux publics (Plant organisation and maintenance for civil engineering contractors). *PARRACK (H.O.) Engineering* (23 nov. 1945). — E. 1626. P. 31/29 (+).

427-19. L'histoire d'une maison. Chapitre 13. Les travaux préparatoires (The story of a house. Chapter 13. Preparatory work). *TELFER (C.); Ill. Carp. Build.* (1947). — Les détails du programme d'échelonnement. E. 1194. P. 65/65 (+).

428-19. L'histoire d'une maison. Chapitre 12. Les travaux préparatoires (The story of a house. Chapter 12. Preparatory work). *TELFER (C.); Ill. Carp. Build.* (1947). — Notes sur les tableaux d'échelonnement. E. 1194. P. 65-64 (+).

429-19. Mesures de sécurité concernant les travaux de décoffrage. *Bât. Trav. Publ.* (22 avr. 1948), n° 8, p. 12-13. — Effondrements et blessures par pointes et échardes. Reproduction partielle des textes législatifs et réglementaires applicables aux travaux de décoffrage. E. 2717 (◇).

430-19. Méfiez-vous de l'échafaudage volant. *Sécur. Prév. du Feu* (nov.-déc. 1947), t. 3, n° 11-12, p. 263-264, 4 fig. — Conseils pour l'installation des échafaudages volants, leur essai et leur usage. E. 2579 (◇).

LES OUVRAGES

Éléments d'ouvrages.

431-19. Etalement d'une construction pendant la reconstruction (Supporting a structure during reconstruction). *Conc. Const. Engrng* (mars 1948), vol. 43, n° 3, p. 93-94, 2 fig. — Procédé employé lors de la reconstruction d'un bâtiment en béton armé pour supporter temporairement les étages supérieurs. Le bâtiment était primitivement construit avec des piliers et poutres en acier qui furent attaqués par les produits employés dans la malterie installée dans ce bâtiment. Pour supporter les étages supérieurs pendant le remplacement des pièces en acier par des poutres en béton, on utilisa des charpentes en fer boulonnées. Description de la méthode employée. Emploi successif d'étage en étage en commençant par les étages supérieurs. E. 2362 (◇).

432-19. Manuel de la charpente en bois, n° 2. Les cintres en bois pour ouvrages d'art. *DUHOUX-VALLETTE; Ann. Inst. Techn. B. T. P.* (avril 1948), n° 17, 36 p., 92 fig. — Étude théorique des cintres en bois : matériaux utilisés, éléments constitutifs, leurs assemblages selon les procédés les plus modernes. Examen des principaux types de cintres, facteurs fixant leur choix. Description et dessins de détails de quelques types de cintres ayant été construits et ayant donné satisfaction. Étude détaillée du calcul des cintres. Dispositifs spéciaux à prévoir. Les procédés de mise en place. Les incidents et accidents les plus notables survenus en cours de montage. Précautions à prendre pour les éviter. Documentation et renseignements numériques intéressant les projeteurs. Références bibliographiques. E. 3196 (◇).

433-19. Manuel de la Charpente en bois, n° 3. Les cintres en bois pour ouvrages d'art. *DUHOUX-VALLETTE; Ann. Inst. Techn. B. T. P.* (avril 1948), n° 18, 32 p., nombr. fig. — Annexe au fascicule n° 2. Planches de dessins d'ensemble et de détails illustrant les descriptions données dans ce dernier sur la constitution de quelques types de cintres et comportant des exemples de cintre fixe, cintres cloués, cintres retroussés, cintres à poutres, à treillis, cintres à 2 et à 3 articulations. E. 3197 (◇).

434-19. Facteur influençant le calcul des poteaux à parois minces (Factors influencing the design of thin walled columns). *MOIR (C. M.), KENEDY (R. M.); Struct. Engr.* (févr. 1948), vol. 26, n° 2, p. 119-137, 14 fig. — Le développement de l'industrie aéronautique et celui de la préfabrication dans les ouvrages de Génie Civil ont montré l'intérêt d'une étude serrée du comportement sous charge des colonnes de faible épaisseur. Résultats élémentaires de la théorie du flambement. Méthode d'essais qui donne les conditions de rupture par flambement des colonnes et poteaux de faible épaisseur de paroi. Les résultats obtenus sont traduits sous forme de diagrammes et de tableaux. E. 2147 (◇).

435-19. Piliers de béton pour maisons (Concrete columns for houses). *Conc. Build. Conc. Prod.* (avril 1948), vol. 23, n° 4, p. 63-69, 3 fig. — Proportions du mélange à adopter et résistance après 28 j. Dimension des fers d'armature. Trois tableaux donnent les dimensions des piliers en fonction de la charge de sécurité et de la hauteur. Cas des piliers préfabriqués et des piliers coulés sur le chantier. Charges appliquées aux piliers. Surcharges des planchers et toitures. Méthode de calcul des charges. E. 2492 (◇).

436-19. Moulage de piliers en béton d'une hauteur de trois étages (Casting 3-story concrete pilasters). *Concr. Chicago* (1947), p. 16-18. — Exposé de la construction de 312 colonnes extérieures en béton de 16,50 m de haut pour une manufacture américaine. E. 1913. P. 80/13 (+).

437-19. Principes de construction moderne. Vol. I. Murs, cloisons et cheminées (Principles of modern building. Vol. 1.

Walls, partitions and chimneys). FITZMAURICE (R.); *Depart. Sci. Industr. Res.*, 405 p., 124 fig. — La fonction du mur. Composition. Résistance et stabilité. Isolation; variation en fonction de la température. Murs porteurs pleins. Déformation sous l'effet de la charge. Murs porteurs creux. Éléments non porteurs. Cloisons et panneaux. Béton armé monolithique. Résistance et durée. Isolation. Résistance au feu. Finition des parois extérieures. Brique. Pierre. Pierre artificielle. Revêtements. Caractéristiques structurales. Humidité des murs. Classification des mortiers. Matériaux et proportions. Sables. En appendice : charges imposées. Normes britanniques. Transmission du son. Recouvrement des métaux. E. 2737 (◇).

438-19. Murs en béton compact (Dense concrete walls). *Brit. Stand. Code Pract.* (1948), 40 p., 11 fig. — La spécification définit le ciment, les agrégats, l'eau, les armatures, les attaches métalliques, les conduits étanches. Résistance aux intempéries, au feu, durée, stabilité. Isolation thermique et sonore. Dosage du béton. Épaisseur des murs, cloisons, fondations. Joints de dilatation. Baies. Cheminées et autres. Travail sur le chantier. Armature. Échafaudage. Bétonnage. Inspection et essais. Entretien. E. 2339 (◇).

439-19. Moments et efforts de cisaillement dans les ossatures continues en béton (Moments and shears in continuous concrete frames). HAMILTON (F. M.), COLLOCOTT (J. M.); *Inst. Engrs. Australia J.* (1947). — Méthode pour le calcul rapide des moments positifs maxima et du cisaillement maximum dans les poutres d'un bâtiment en béton armé. E. 1276. P. 73/16 (+).

440-19. Calcul des ossatures continues (Analysis of continuous frames by balancing). DILLON (E. C.); *Civ. Engng. P. W. Rev.* (1946). — Suggestions de calcul. E. 1633. P. 38/51 (+).

441-19. Renforcement de la halle à clinkers de la cimenterie de Téhéran (Verstärkung der Klinkerhalle der Zementfabrik Teheran). RUCKSTUHL (W.); *Schweiz. Bauztg* (28 févr. 1948), n° 9, p. 119-121, 9 fig. — Description détaillée des mesures prises pour réparer, renforcer et remettre en état une charpente en béton armé de 88 m de long, 23,5 m de large et 22,6 m de haut, mal calculée et où l'acier en particulier avait été économisé de façon inadmissible. État déplorable du béton. Réalisation d'articulations nouvelles, de tirants obliques situés dans des plans verticaux et d'améliorations diverses. Description détaillée de la mise en place des articulations métalliques. E. 2551 (◇).

442-19. Cornières en béton armé soumises à la traction (Reinforced concrete corners in tension). POSEY (C. J.), ORVILLE KOFORD; *J. Am. Conc. Inst.* (sept. 1943), p. 41-52. — De nombreuses structures en béton présentent des éléments cornières qui doivent résister aux moments de flexion que provoque la tension interne. Des types variés d'armature de cornières sont étudiés dans cet article et les résultats d'essais comparatifs sont exposés. Ils montrent que certains nouveaux tracés sont supérieurs aux tracés courants en ce qui concerne la résistance, la souplesse, la ténacité et la résistance à la formation de fentes. E. 2005, p. 1 (◇).

443-19. Entretien des ossatures en béton massif (Maintenance of heavy concrete structures). Procédés de la Minnesota Power and Light Co., BOSWELL (C. C.), GIESECKE (A. C.); *J. Am. Conc. Inst.* (févr. 1946), p. 277-288. — Comparaison avec une méthode ancienne dont les dépenses d'entretien étaient minimales, la construction ayant été traitée avec des méthodes meilleures. E. 2005, p. 7 (◇).

444-19. Recommandations d'ordre pratique pour l'utilisation de l'acier dans les bâtiments à un étage (Recommended code of practice for the use of steel in single storey buildings). *Comm. Exp. Build. Stat.* (1946), 19 p. — Dessin, construction et soudage des pièces des fondations, planchers, murs et toitures. E. 1767, 78/35 (+).

445-19. Procédé pratique pour le calcul des cadres rigides (A practical procedure for rigid frame design). CERVIN (D. R.); *J. Am. Conc. Inst.* (avr. 1945), p. 453-472. E. 2005, p. 6 (◇).

446-19. Dalles de béton à deux nappes d'armatures (Two way reinforced concrete slabs). ROGERS (P.); *J. Am. Conc. Inst.* (sept. 1944), p. 21-36. — La méthode simplifiée du docteur Henri Marcus, peut éclaircir certains principes et aider à mettre en évidence l'effet des moments de torsion. E. 2005, p. 4 (◇).

447-19. Seuils et linteaux : en briques, béton coulé et pierre naturelle (Sills and lintels : clay ware, cast concrete and natural stone). *Brit. Stand. Inst.* (1945). — E. 1626, 31/33 (+).

448-19. Plaques supportées sur les quatre côtés (Slabs supported on four sides). BERTIN (R. L.), DI STASIO (J.), VAN BUREN (M. P.); *J. Am. Conc. Inst.* (juin 1945), p. 537-556. —

Changements proposés dans les normes de construction de l'A. C. I. Les résultats finaux sont inchangés par rapport à ceux que l'on obtient en se servant des règles actuelles de 1941. Modifications proposées. Des comparaisons sont faites pour montrer la conformité avec la théorie. Finalement, une analyse des séries caractéristiques de panneaux pour planchers est donnée pour illustrer la facilité avec laquelle les calculs peuvent être conduits avec les modifications proposées. E. 2005, p. 6 (◇).

449-19. Recherche concernant la résistance d'un plancher en béton armé nervuré (An investigation into the strength of a composite reinforced-concrete floor). SIDWELL (E. H.); *J. Inst. Civ. Engrs* (avr. 1948), n° 6, p. 188-192, 4 fig. — Description des essais d'un panneau de plancher de 3,95 m × 4,25 m composé de poutres et de dalles en béton armé. Description du plancher. Piliers supportant le plancher. Matériaux ayant servi à charger le plancher. Méthode de mesures des flèches. Essais des poutres préfabriquées en laboratoire. Analogie avec la poutre en T. Fléchissement maximum. Comparaison des résultats avec le calcul. E. 2815 (◇).

450-19. Construction de toitures tropicales (Tropical roof construction). *Engineering* (5 mars 1948). — Toiture légère et facilement transportable pour maison coloniale préfabriquée « Arcon ». — Charpente en tubes d'acier. Description des piliers métalliques. Fondation en béton. Poutres triangulées en deux parties symétriques. Assemblage par boulons et écrous. Poids des différents éléments. Temps de montage. Qualités de la toiture « Arcon ». Emplois. E. 2749 (◇).

451-19. Fermes métalliques pour bâtiments d'habitation (Steel roof trusses for domestic buildings). ISAACS (D. V.), DALGLEISH (D.); *Comm. Exp. Build. Stat.* (1947), 40 p. — Détails des plans et de la construction, dessins des charpentes, charges, pentes standard des toitures, espacement des fermes. E. 1767, 78/28 (+).

452-19. Valeur de la théorie des arcs en béton (Dependability of the theory of concrete arches). CROSS (H.); *Univ. Illinois Bull.* (28 mars 1930), vol. 27, n° 29, 34 p., 17 fig. — Un certain nombre des problèmes posés sont nettement physiques et peuvent être déterminés par des mesures. D'autres sont entièrement mathématiques et ne se prêtent pas à l'étude empirique. But des recherches. Source des efforts dans un arc. Théorie de l'étude des arcs. Poussées dues aux charges permanentes. Cas du béton maigre. E. 2861 (◇).

453-19. Voûtes minces en béton armé (Thin shells of reinforced concrete). *Natl. House Build.* (avr. 1946), p. 22-23. — Étude d'une salle et d'une couverture. E. 1634. P. 39/47 (+).

454-19. L'étude des voûtes minces. La théorie des voûtes minces en béton armé (The design of thin vaults. The theory of thin vaults in reinforced concrete). BAKER (A. L. L.); *Conc. Const. Engng* (avr. 1948), vol. 43, n° 4, p. 99-108, 2 fig. — Exposé de la théorie. Décomposition en portions élémentaires et intégration des composantes de la charge suivant les directions normales et tangentielles. Voûte semi-elliptique. Contraintes. Application des formules en tenant compte du poids mort et des surcharges. Charges dues à la neige et au vent. Toitures en arc circulaire (voûtes cylindriques). Le cas le plus répandu est celui de la section semi-circulaire. Recherches en cours pour simplifier la théorie dans ce cas particulier. E. 2628 (◇).

455-19. L'industrie allemande du châssis métallique de fenêtre (The German metal window industry). *Brit. Intell. Objec. Sub-Com.* (1946), 50 p. — Historique de l'industrie, son état actuel; normalisation des dimensions et des sections des fenêtres, les ferrures des fenêtres; compte rendu des travaux d'essai sur l'étanchéité à l'air, déperdition de chaleur, condensation isolation sonore et matériaux de remplacement de l'acier. E. 2299, 84/44 (+).

456-19. Efficacités relatives des fenêtres simples et multiples (The relative efficiency of single and multiple windows). WALDRAM (P. J.); *J. R. I. B. A.* (nov. 1945). — E. 1626. P. 31/28 (+).

457-19. Histoire d'une maison. 40^e chapitre. Portes intérieures (The story of a house. Chapter 40. Internal doors). BISSILL (H. C.); *Illustr. Carp. Build.* (7 nov. 1947), p. 1202-1204. — E. 1767. P. 78/56 (+).

458-19. Les ascenseurs dans un immeuble résidentiel (Apartment house elevators). NUGENT (H. M.), EASTON (W. H.); *Progress. Archt.* (1947), p. 68-74. — Discussion sur l'installation d'ascenseurs dans les immeubles résidentiels. E. 2224. P. 81/77 (+).

459-19. Logements triples (Triplex flats). CRABTREE (W.); *Archit. Build. News* (14 nov. 1947), p. 132-7. — Système dans lequel

l'ascenseur ne s'arrête qu'à tous les 3 étages d'un bâtiment, au niveau d'un couloir qui donne accès aux appartements de l'étage supérieur et de l'étage inférieur. E. 1767. P. 78/63 (+).

Habitations.

460-19. Code des spécifications pour l'utilisation des bâtiments, chap. IX. Durée (Code of functional requirements of buildings, Chap. IX. Durability). *Brit. Stand. Inst.* (1947). — Durée minimum acceptable pour les éléments de construction d'un bâtiment, types de dégradations auxquels ceux-ci et certains matériaux de construction sont exposés. E. 1815, 79/26 (+).

461-19. La solution du problème des nouvelles habitations (The solution for new homes). AUGUST (P.). (1945). — Exigences de la reconstruction. Le système « Aulei ». Plans pour petites habitations. E. 1815, 79/51 (+).

462-19. Trois maisons en béton (Three houses in concrete). *Arch. Des. Const.* (1946). — Maisons « Easiform » et « Arrow ». Également une maison construite suivant le système « Conslab ». E. 1633. P. 38/78 (+).

463-19. La maison Braithwaite (The Braithwaite house). *Natl. Build.* (1946). — Détails de la construction. E. 1633, P. 38/79 (+).

464-19. Méthodes modernes de construction des maisons (Modern methods of house construction). LAING (J. W.). *Arch. Build. News* (7 déc. 1945). — E. 1626. P. 31/51 (+).

465-19. Quelques problèmes de structure pour différentes méthodes de construction de petites maisons (Some of the structural problems in alternative methods of small house construction). FITZMAURICE (R.). *Struct. Engr.* (nov. 1945). — Opinions sur divers systèmes d'après l'expérience de l'année dernière. E. 1626. P. 31/30 (+).

466-19. La maison en bois dans la reconstruction du Finmark (Norvège) (Das Holzhaus im Wiederaufbau der Finnmark (Norwegen). VISCHER (F. et P.). *Schweiz. Bauztg.* (17 janv. 1948), n° 3, p. 40-42, 5 fig. — Description des mesures prises pour la reconstruction de maisons dans une région totalement dévastée et dépourvue de matériaux, et à faible densité de population. Maisons de 50 à 60 m² avec cave en dur servant de fondation, un rez-de-chaussée et un étage mansardé en bois. Bloc-système de la maison Norske Trehus. Prix et financement. E. 2545 (◇).

467-19. Maisons en béton coulé sur place (In situ concrete houses). *Conc. Build.* (avr. 1946), p. 51-53. — Des maisons examinées après 20 ans se sont révélées satisfaisantes; des coffrages métalliques avaient été utilisés. E. 1634. P. 39/79 (+).

468-19. Bâtiments de fermes (Farm buildings). WOOLLEY (J. C.). *Mc Graw. Hill Book Co. Inc.* (1946), 354 p. — Calcul, construction, chauffage et ventilation des bâtiments pour fermes d'élevage, de basse-cour et de culture. Chapitres sur les habitations dans les fermes, sur les clôtures et les barrières. E. 2224, 81/53 (+).

469-19. Idées nouvelles dans la construction des fermes (New ideas for farm buildings). *Farmer et Stock Breeder* (1947), 56 p. — Choix de projets soumis au concours « Installation d'une ferme de 100 acres » et concernant le plan de la ferme, le calcul des constructions et l'équipement. E. 2226, 83/53 (+).

470-19. Charpentes normales pour bâtiments de fermes (Standard frames for farm buildings). *Engineering* (27 févr. 1948). — Préparation par le Ministère de l'Agriculture de normes pour les bâtiments de fermes. Portée. Types de construction. Définition des parties de construction, des matériaux. Dimensions. Poutres supportant la toiture. Chevrons. Inclinaison de la toiture. Poutrelles, solives. Supports de gouttières. Poutrelles en béton armé. Joints. Planchers. Prévision de fabrication des éléments de construction. E. 2709 (◇).

471-19. Les appartements en béton armé : détails des appartements monolithes en béton construits pour le County Council de Londres à Bethnal Green (Flats in reinforced concrete : details of the monolithic concrete flats being erected for the London County Council at Bethnal Green). *Cem. Conc. Ass.* (1947). — E. 1276, 73/80 (+).

472-19. Appartements à bon marché. Le rendement dans la construction, ascenseurs, chauffage dans un cas spécial. Etude expérimentale de types d'immeubles (Low-rent apartments. Efficiency in construction elevators, heating for a special problem. A building types study guinea pig). *Arch. Rec.* (1946). — F. L. ACKERMAN : Quelle hauteur donner à un immeuble et combien d'ascenseurs pour desservir chaque

immeuble ? — A. S. PATERNO : L'efficacité des charpentes implique le principe de continuité. — F. N. SEVERUD : Rendement dans le chauffage des appartements. Appartements à bon marché de hauteur minimum. E. 1633. P. 38/82 (+).

Santé et activité sociale.

473-19. Les constructions scolaires. Un système de construction permanente (School building. A system of permanent construction). LOBB (H. V.). *Builder* (1936). — E. 1633. P. 38/73 (+).

474-19. L'école d'Entlisberg à Zürich-Wollishofen (Das schulhaus am Entlisberg in Zürich-Wollishofen); *Schweiz. Bauztg.* (7 févr. 1948), n° 6, p. 77-79, 16 fig. — Description détaillée d'une école publique : situation, disposition et composition des bâtiments. Construction. Agencement intérieur. Isolation. Décoration. Prix. E. 2548 (◇).

475-19. L'influence de la lumière du jour et celle du soleil sur la conception fonctionnelle des établissements scolaires (The influence of daylight and sunlight on functional design of school buildings). SWARBRICK (J.); *J. R. I. B. A.* (29 janv. 1947), vol. 54, n° 4, p. 183-190, 5 fig. — Le rôle hygiénique de la lumière du jour et de la lumière solaire pour les établissements publics et notamment les écoles, conduit à prévoir des fenêtres permettant l'admission d'un flux maximum. Méthode graphique de détermination de la position du soleil à différentes heures de la journée et pour divers moments de l'année. Les courbes donnent, par simple lecture, les éléments du calcul des fenêtres satisfaisant les conditions de salubrité et de commodité définies précédemment. E. 2592 (◇).

476-19. Les bâtiments scolaires en Hollande et dans les autres pays (Scholenbouw in ons land en in het buitenland), STEUR (A. J. v. d.), WITTEVEEN (W.), BIJHOUWER (J. T. P.), SOMERMEIJER (W. H.), POLAK (F. L.), KLEIN (A.), BROEK (J. H. v. d.), GERRESEN (W. J.), BIERENBROVDSPOOT (J. A. C.); *Bouw* (août 1947), n° 62, 32 p., 80 fig. — Plans et description d'écoles modernes, primaires, secondaires et professionnelles, en Hollande, Angleterre et États-Unis. Choix et étendue des terrains. Disposition des locaux. Importance de l'aération et de l'éclairage. Aspect économique du problème des écoles. Les écoles au Danemark. Importances données aux piscines. La standardisation dans la construction des écoles, ses limites. E. 2601 (◇).

477-19. Ecole primaire cantonale, Redhill Road, Chislehurst, pour le Comité d'Education du Kent (County Primary School, Redhill Road, Chislehurst, for Kent Education Committee). *Builder* (28 nov. 1947). — Plan, dessin et courte description. E. 1815. P. 79/34 (+).

478-19. Conception et construction des bâtiments scolaires. L'acoustique des bâtiments scolaires (School planning and construction. School acoustics). BAGENAL (H.); *J. R. I. B. A.* (déc. 1947), vol. 55, n° 2, p. 62-66, 2 fig. — Le problème de l'acoustique dans les écoles est l'un des plus importants. On peut classer les bruits par l'emplacement de leurs sources : rues, jardins, cours d'école, corridors et circulation, enfin les bruits de la classe elle-même. Exposé d'un plan judicieusement conçu permettant d'éviter des parois isolantes coûteuses. On s'abstiendra également d'employer de trop nombreuses charpentes métalliques et de bois. Enfin le hall central de l'école, lieu de réunion de tous les élèves, pose un problème particulièrement difficile pour lequel on ne peut envisager que des solutions adaptées à chaque cas. E. 2581 (◇).

479-19. Normes et qualité de l'éclairage dans les écoles (Standards and quality of lighting in schools). ALLEN (W. A.); *J. R. I. B. A.* (nov. 1947). — Caractéristiques fondamentales de la vision; 3 règles principales à observer dans les projets et conséquences qui en résultent pour les fenêtres : tableaux, vous-sures, linteaux, pare-soleil, position de la fenêtre dans l'épaisseur des murs, forme et couleur des petits-bois, des meneaux. Influence des murs latéraux. Emplacements des sièges, des sources d'éclairage artificiel, etc. E. 2430 (◇).

480-19. Etude et construction des établissements scolaires (School planning and construction). HARRISON (J.), ALLEN (W.), HANDISYDE (C. C.), HALL (D. C.); *J. R. I. B. A.* (nov. 1947), vol. 55, n° 1, p. 7-28, 8 fig. — Exposé des points essentiels des conférences faites en octobre 1947 devant un Congrès du R. I. B. A. et traitant des conceptions et des modes de construction actuels des groupes scolaires : les écoles secondaires sont construites actuellement selon 4 types de plans : le plan traditionnel d'avant-guerre, le plan « News-Chronicle », le plan conforme au règlement officiel et le plan « discontinu »

de STILLMAN. Nurseries, écoles maternelles et enfantines. Importance du cadre. Les normes et la qualité de l'éclairage. Règlement concernant l'éclairage artificiel et naturel dans les écoles. Ce règlement impose une conception architecturale nouvelle des fenêtres, chauffage et aération; la ventilation est étudiée en fonction des facteurs suivants : propagation microbienne, dissipation des diverses odeurs, sensation de fraîcheur. Aspect économique de la réalisation. E. 2582 (◇).

481-19. L'école de Walkern Rd., Stevenage (School et Walkern Rd., Stevenage). *J. R. I. B. A.* (oct. 1947), vol. 54, n° 13, p. 579-583, 5 fig. — Les normes actuelles d'éclairage des salles de classe interdisent pratiquement les immeubles scolaires à plusieurs étages. Pour respecter ces normes on est contraint d'admettre de la lumière venant des couloirs de circulation. Dans le cas de l'école de Stevenage, la difficulté a été surmontée par l'adoption d'un nouveau plan : les salles de classe situées dans des blocs de deux étages reçoivent néanmoins la lumière de deux côtés à la fois. Il convient aussi de signaler la réalisation d'un excellent isolement acoustique. Les charpentes sont en acier soudé, les toitures, les dalles de planchers et les panneaux de murs ont été préfabriqués. E. 2583 (◇).

482-19. Les constructions scolaires modernes (Modern school buildings). WILSHIRE (R. S.); *J. R. I. B. A.* (juill. 1947), vol. 54, n° 10, p. 459-464, 6 fig. — La construction d'un bâtiment scolaire doit concilier trois disciplines différentes : l'éducation, l'hygiène, l'architecture. La conception « dynamique » actuelle de l'école ne permet guère d'adopter, même en les adaptant, les anciennes solutions. Des normes ont été établies en fonction des idées nouvelles concernant notamment l'éclairage des salles de classe, l'aération et l'acoustique. La construction des écoles pourra se faire selon ces normes, soit par la méthode traditionnelle de bâtiments permanents, soit par la méthode apparemment plus souple de bâtiments provisoires, le plus souvent préfabriqués. Prudence dans le choix d'une solution, possibilité de bâtir des écoles selon quelques types standards, sans toutefois courir le risque d'une répétition architecturale engendrant la monotonie. E. 2586 (◇).

483-19. Le laboratoire central hydraulique de Maisons-Alfort, près Paris. CALFAS (P.); *Gén. Civ.* (15 avr. 1948), t. 125, n° 8, p. 141-147, 19 fig. — Ce laboratoire de 9 510 m² est équipé de trois canaux, l'un avec producteur de houle, l'autre pour l'étude des déversoirs, vannes, écoulements divers, le troisième pour étude de la formation de la glace. Des appareils appropriés permettent les mesures. Les études ont porté sur divers ouvrages tels que la base d'hydravions de Port-Lyautey, le port de Dakar, le port de Conakry, le barrage du Niger, le port du Havre, ceux de Fécamp et d'Agadir, etc. E. 2596 (◇).

484-19. Le nouveau théâtre municipal d'Utrecht. *Oss. Metall.* (avr. 1948), n° 4, p. 159-170, 20 fig. — Description des travaux du nouveau théâtre municipal d'Utrecht, dont l'ossature est en acier. La charpente de la scène est en portiques à trois articulations. Détails sur l'acoustique et l'éclairage. E. 2633 (◇).

485-19. Les tendances récentes dans la conception des hôpitaux (Recent trends in hospital design). MURRAY EASTON (J.), CUSDIN (S. E. T.); *J. R. I. B. A.* (juill. 1947), vol. 54, n° 10, p. 452-458, 7 fig. — Caractères principaux de trois hôpitaux continentiels : hôpital Beaulieu, hôpital de Colmar et Burgerspital de Bâle. Un trait commun à ces trois grands hôpitaux est leur forme quadrangulaire massive. Services auxiliaires : les locaux prévus pour les communs, les cuisines et les salles de garde doivent être en fonction du nombre et de la qualité du personnel employé. L'orientation est également importante, la tradition, l'exposition au sud des salles de malades et au nord des salles d'opération. La question se pose enfin du développement en hauteur ou en plan des hôpitaux. La solution est évidemment le plus souvent imposée par le site de l'hôpital. En conclusion, le rôle de l'architecte doit tendre à la simplicité de la construction, de manière à permettre une surveillance et un entretien faciles de la part du personnel. E. 2856 (◇).

486-19. Ne vous effrayez pas de l'équipement d'un hôpital (Don't be afraid of hospital equipment). ARROWSMITH (L. M.), RANNELLS (J.); *Progress Archt* (nov. 1947), p. 90-95. — Guide de l'architecte, équipement pour la stérilisation, le laboratoire, les rayons X, la cuisine, la blanchisserie. E. 1767. P. 78/46 (+)

487-19. Le nouveau groupe opératoire de l'hôpital cantonal de Lausanne (clinique chirurgicale). JACQUET (P.); *Schweiz. Bauztg* (8 mai 1948), n° 19, p. 261-268, 23 fig. — Répartition des services dans les étages et en plan et leurs accès de l'extérieur. Disposition des différents locaux du service opératoire et des salles d'opérations et de leurs annexes, leurs particularités techniques aux points de vue éclairage, conditionne-

ment d'air, asepsie. Caractéristiques et particularités du gros œuvre de la construction et des distributions. Détails sur les installations de conditionnement de l'air, de chauffage des locaux, de production d'eau chaude et de stérilisation. E. 2820 (◇).

Ouvrage d'utilité publique.

Alimentation en eau.

488-19. Adduction des eaux du Lac Huron par canalisation de 130 km de longueur (80-mi. Pipeline taps Lake Huron); *Engng News Rec.* (29 avr. 1948), vol. 140, n° 18, p. 100-103, 6 fig. — Prise d'eau dans le lac, à 3,2 km du rivage. Crépène à 15 m de profondeur. Détails de construction et d'exécution. Canalisation de 1,68 m de diamètre en tuyaux acier soudés enduits intérieurement et extérieurement d'un émail à base de coaltar; longueur : 3,2 km. 1^{re} station de pompage. Canalisation de 1,22 m diam., long. 77 km en tuyaux de béton précontraint. Deuxième station de pompage, 2 branches. Canalisation de 0,90 m diam., long. 22,5 km et 21 km jusqu'aux usines de filtration. Pression admise : 90 m d'eau. Description complète et financement du projet. E. 2949 (◇).

489-19. Béton préfabriqué pour le revêtement des puits (Precast concrete pit sheeting). FELD (J.); *J. Am. Conc. Inst.* (avr. 1945), p. 441-452. — L'emploi de plaques de béton léger au lieu de planches de bois pour le revêtement intérieur de puits ou de fosses évite l'inconvénient d'un tassement des structures étayées quand les revêtements enterrés pourrissent. Leur usage a montré, dans la pratique, que les planches de béton ajoutent peu au coût de travaux ainsi entrepris. E. 2005, p. 5 (◇).

490-19. Caractéristiques d'une installation filtrante avec bassin de sédimentation à deux étages (Two-story sedimentation basin features filter plant layout). LARSON (L. C.); *Engng News-Rec.* (29 avr. 1948), vol. 140, n° 18, p. 110-111, 2 fig. — Projet d'installation filtrante des eaux de Long Beach (Californie). L'eau est d'abord aérée et additionnée d'une solution de chlorure de fer, passe successivement dans trois chambres de floculation pourvues de mélangeurs, puis dans le bassin de sédimentation inférieur où la majeure partie des éléments solides se dépose, monte au bassin supérieur et par des bâches de trop-plein s'en va aux filtres après avoir été saupoudrée de charbon pulvérulent. Un seul équipement de nettoyage pour les bassins de sédimentation. Détails divers. E. 2949 (◇).

491-19. Filtre continu à eau potable (Filtering water continuously); *Engng News-Rec.* (29 avr. 1948), vol. 140, n° 18, p. 104-105, 2 fig. — Description détaillée d'une installation filtrante, utilisée par une papeterie de Newton Falls (N. Y.) comportant un lit de sable de 28 cm d'épaisseur, nettoyé automatiquement par 2 pompes jumelées montées sur chariot mobile, avec buse d'aspiration suspendue juste au-dessus de la surface du sable. Ce filtre, sans autre traitement préliminaire que la javellisation, retient 99 % de matières solides. Fonctionne depuis plus de deux ans. N'exige que peu de surveillance. L'eau potable est distribuée de façon continue, sans aucun arrêt pour nettoyage. E. 2949 (◇).

492-19. Effets des coups de bélier dans les conduites forcées. Accidents causés par les coups de bélier (Water-hammer effects in power conduits. Accidents due to water-hammer). JAEGER (C.); *J. Inst. Civ. Engng* (févr. 1948), n° 4, p. 334-338, 1 fig. — Pannes provoquées par coups de bélier en service normal. Accidents causés par mauvais fonctionnement mécanique ou par coïncidence défavorable en dehors du cas de résonance, auto-oscillation. Observations de Sacerdote. Théorie de Den Hartog. La cause principale de résonance dans les conduites réside dans le « pompage » du régulateur de turbine. Méthode de calcul. Accident du Lac Blanc, Lac Noir. Théorie de Rocard. Observation de SCHNYDER. E. 2278 (◇).

493-19. Réservoirs en « douves » de béton (Tanque de duelas de hormigon); *Cemento Portland* (févr. 1948), n° 14, p. 15-18, 21 fig. — Réservoirs dont la paroi circulaire est composée d'éléments courbes en béton ordinaire, maintenus par des aciers ronds extérieurs formant ceintures. Hauteur : 1 m avec capacités allant de 20 m³ à 50 m³, suivant diamètre. Hauteur 1,50 m avec capacités de 20 m³ à 75 m³. Étanchéité des joints. Quantités de matériaux nécessaires. E. 2558 (◇).

494-19. Réservoirs d'eau en béton armé sur terrain susceptibles de tassement (Reinforced concrete water tanks on ground subject to settlement). HUNTER (L. E.); *Civ. Engng P. W. Rec.* (nov. 1947), p. 481-483. E. 1767. P. 78/13 (+).

495-19. Tuyaux de distribution d'eau en acier mince protégés par des enduits au mortier de ciment (Mortar coated thin steel shells for distribution main service); *Engng News-Rec.* (29 avr. 1948), vol. 140, n° 18, p. 116. — Par suite de la rareté des types courants de tuyaux, les Services municipaux de East Bay qui assurent la distribution d'eau à Oakland (Californie), ont mis au concours la fourniture de tuyaux d'acier revêtus intérieurement et extérieurement d'enduits au ciment. L'acier doit être de la plus petite épaisseur compatible avec son utilisation. L'enduit intérieur est obtenu par centrifugation; l'enduit extérieur est appliqué sur une toile métallique. Détails sur les joints. Manière de réaliser les piquages. Renseignements divers. E. 2949. (◇).

496-19. Calcul des conduites d'alimentation en plomb. VANDANGE (C.); *Chaud-Froid* (avr. 1948), n° 16, p. 43, 1 fig. — Nouvel abaque permettant de déterminer, d'après la formule de FLAMANT, le diamètre à donner aux conduites d'eau en plomb en tenant compte de la pression disponible et du débit désiré. Énumération des différents facteurs intervenant dans la détermination de la perte de charge. Manière d'utiliser l'abaque, nature des problèmes qu'il permet de résoudre. E. 2751 (◇).

497-19. Le nettoyage mécanique des canalisations (Die maschinelle Reinigung von Rohrleitungen). RUFENACHT (F. G.); *Schweiz Bauztg* (31 janv. 1948), n° 5, p. 59-66, 12 fig. — Importance de la réduction des frottements dans les canalisations. Résultats d'une enquête auprès de 40 usines suisses sur les dépôts de rouille et de calcaire dans les canalisations d'eau. Précisions sur les modifications subies par la surface intérieure des canalisations. Pertes de charge, dues à la rouille et au calcaire. Dispositifs de nettoyage mécanique, composés de fraises rotatives et de brosses d'acier mues soit hydrauliquement, soit électriquement. Exemples de réalisations; résultats obtenus. Choix du type de machine. E. 2547 (◇).

Hygiène publique.

498-19. Travaux d'assainissement de la Colne Valley (The Colne Valley sewerage works). *Conc. Const. Engng* (avr. 1948) vol. 43, n° 4, p. 109 à 114, 7 fig. — Égouts pour une zone habitée par un demi-million d'habitants. Stations de pompage à Juniper Hill, Maple Cross et West Hyde. Égouts en tunnel en éléments de béton préfabriqués et conduites en béton. Description des différentes sortes de tunnels. Description des conduites. Joints. Exposé des différents travaux entrepris. Réservoirs de décantation en béton. Bassins d'aération. Autres travaux. Nouveau procédé d'épuration. Pont sur la rivière Colne. Nouvel ouvrage en béton. E. 2628 (◇).

499-19. Le procédé Niers pour le traitement des eaux d'égouts (The Niers sewerage disposal process). *Brit. Intell. Obj. Sub. Comm.* (1947), 32 p. E. 1913, 80/15 (+).

500-19. Égouts particulier (Private sewers). ESCRITT (L. B.); *Surveyor* (14 nov. 1947), p. 591-593. — Une discussion à propos de la méthode pour recueillir les eaux polluées, dans laquelle on établit les égouts non dans la rue mais dans les jardins des immeubles. E. 1767. P. 78/30 (+).

Ouvrages industriels et commerciaux.

501-19. Calcul par tâtonnements de la pression à la base des cheminées cylindriques (Pressure under cylindrical stack computed by trial and error). PONGER (G. B.); *Engng News Rec. U. S. A.* (mai 1947), vol. 138, p. 72, fig. — Méthode simple pour la détermination de la position de l'axe neutre et des pressions d'appui à la base des cheminées cylindriques métalliques, supportées par la charpente d'un bâtiment et soumises à la pression du vent. E. 2569. R. S. 8-35562 (*).

502-19. Cheminée et bureaux en béton armé à la Centrale de Valley de la Bradford Corporation (Reinforced-concrete chimney and offices at the Valley power-station of the Bradford Corporation). CARR (T. H.); *J. Inst. Civ. Engrs* (avr. 1948), n° 6, p. 167-185, 10 fig. — Étude générale. Dimensions principales. Charges. Choix des pieux. Fût de la cheminée. Travaux de construction. Essais. Radier. Conduit pour les gaz. Facilités ménagées pour l'analyse des gaz. Échelle de fer pour l'inspection. Conduits pour les gaz de combustion. Protection contre la foudre. Bâtiment de 6 étages pour bureaux. Sous-sol occupé par les canalisations électriques et les conduites. E. 2815 (◇).

503-19. La chaufferie de Buckingham Palace. Application du pont Bailey à la construction d'un bâtiment (Boiler

house at Buckingham Palace. The Bailey bridge applied to building construction). *Builder* (14 nov. 1947), p. 561. — Utilisation de sections de pont en vue d'assembler des cloisons de palplanches pour travaux d'excavation dans la nouvelle chaufferie, à cause du manque de place. E. 1767. P. 78/19 (+).

504-19. Élévateur terminal du Nouveau Port (Elevator terminal de Puerto Nuevo). *Cem. Portland* (sept. 1947), n° 13, p. 3-5, 5 fig. — Description des nouvelles installations portuaires de Buenos-Aires, en vue de l'emmagasinement, de la manutention et de l'embarquement des grains (capacité totale des silos 148 000 t). Construction entièrement faite en béton armé, avec fondations sur pieux. E. 1883 (◇).

Réservoirs et conduites.

505-19. Citernes pour combustibles liquides en béton armé à blindage métallique rigide ou thermo-souple. *Œuvres Maîtres-Œuvre* (déc. 1947-janv. 1948), n° 9, p. 83-85, 4 fig. — Un nouveau procédé breveté rend les citernes étanches grâce au coulage de matières thermoplastiques (brai de goudron) dans les intervalles. Toutefois son application est restreinte par la législation actuelle qui n'autorise pas l'emploi du béton dans les réservoirs enterrés non visitables extérieurement. E. 2712 (◇).

506-19. Cuves à essence en béton pour l'armée américaine (Concrete gasoline tanks for military use). SHEPARD (E. R.); *J. Am. Conc. Inst.* (avr. 1944), p. 429-440. — En conséquence de la pénurie de tôles d'acier, un grand nombre de réservoirs pour le magasinage massif de l'essence d'aviation ont été construits en béton; les moyens de prévenir les fuites ou filtrages d'essence ont été soumis à des essais. Plusieurs petits réservoirs de béton fabriqués par la « Défense Plant Corporation » sans autre protection intérieure qu'un revêtement de coulis de mortier liquide enduit à la brosse donnent entière satisfaction. E. 2005, p. 3 (◇).

507-19. Construction par la Marine américaine de revêtements de protection de cuves en béton précontraint contenant des combustibles liquides (Navy installations of protective linings for prestressed concrete tanks containing liquid fuels). SPAMER (M. A.); *J. Am. Conc. Inst.* (avr. 1944), p. 417-428. — Expériences du Bureau des Bassins et Chantiers de la Marine, sur l'application d'environ 250 000 m², revêtements pour la protection de cuves en béton contenant du carburant pour Diesel et de l'essence d'aviation. Résultats d'expérience. E. 2005, p. 3 (◇).

508-19. La construction des grands réservoirs à hydrocarbures entièrement soudés. LARGE (R.); *Soudure Techn. Conn.* (mars-avr. 1948), vol. 2, n° 3-4, p. 59-69, 25 fig. — Description de la construction de réservoirs entièrement soudés, montage sur chantier et méthodes employées pour combattre le retrait et les déformations. E. 2898 (◇).

509-19. Essais d'enduits résistant à l'essence (Tests of gasoline-resistant coatings). PEARSON (J. C.); *J. Am. Conc. Inst.* (févr. 1944), p. 281-292. — Essais d'enduits pouvant servir de revêtements intérieurs de cuves de stockage de béton à l'épreuve de l'essence. E. 2005, p. 2 (◇).

Digues et barrages.

510-19. Réparation des constructions hydrauliques en béton (Repairing concrete hydraulic structures). GLIDON (Cl.); *J. Amer. Conc. Inst.* (mars 1948), vol. 19, n° 7, p. 513-518, 4 fig. — Caractéristiques importantes pour la réparation du béton; séchage de la surface. Raccordement du béton nouveau à l'ancien. Retrait du béton. Façon de procéder. Injections de ciment. Mélange particulier. Dosage. Suppression du béton désagrégé. Vibration et dommage. Armatures. Humidification de la surface pendant 7 j. Joints. Influence du gel et du dégel. Conduites. Observations sur certaines causes d'insuccès. E. 2494 (◇).

511-19. Conditions essentielles à observer dans le choix du type de barrage pour grandes retenues (Grundsätzliches zur Wahl des Staumauertyps für grosse Staubecken). MEYER (E.); *Schweiz Bauztg* (13 mars 1948), n° 11, p. 150-152, 5 fig. — Examen des considérations qui doivent déterminer le choix de l'ingénieur entre barrage-poids, barrage-voûte, barrage-creux. Avantages et inconvénients des barrages creux par rapport aux barrages poids. Mais les considérations économiques et statiques ne suffisent pas. On doit envisager les possibilités de destruction : sabotage, bombes en cas de guerre, les facilités de réparation. Exemple des digues de Moehnetal et d'Edertal bombardées en 1943. E. 2553 (◇).

512-19. **Rapport sur les barrages et les systèmes hydro-électriques en Allemagne du Sud-Ouest** (Report on dams and hydro-electric schemes in South West Germany). *Brit. Intell. Obj. Sub-Comm.* (1947), 89 p. — E.2224, 81/15 (+).

513-19. **Des réparations rapides sauvent le déversoir du barrage de Waco** (Speedy repairs save Waco dam spillay). ADAMS (C. S.); *Engng News Rec. U. S. A.* (mars 1947), vol. 138, p. 87-89. — Réparations urgentes, exécutées en 40 j, au déversoir du barrage du lac de Waco (Texas) dont les fondations avaient subi un début d'érosion dangereuse pour l'ensemble de l'ouvrage. E. 2569. R. S. 8-35644 (*).

514-19. **Joint horizontal dans un barrage en voûte pour prévenir les fissurations** (Horizontal joint put in arch dam in effort to prevent cracking). GOODALL (G. E.); *Engng News Rec. U. S. A.* (déc. 1946), vol. 137, p. 76-77, 3 fig. — Description des caractéristiques d'un joint horizontal de déplacement construit au barrage du lac de Loveland, de 64 m de hauteur, présentant un porte-à-faux de 9,5 m à la crête. E. 2569. R. S. 8-35645 (*).

515-19. **Quelques aspects de la construction des barrages en béton aux Etats-Unis**. LE MORVAN (J. C.); *Travaux* (avr. 1948), n° 162, p. 253-258, 18 fig. — Exposé critique de l'art de la construction des barrages aux U. S. A. Etude particulière des barrages de l'Ohio au nombre de 77. E. 2599 (◇).

516-19. **Le dispositif établi dans les collines Pegu Yomas pour l'alimentation en eau de Rangoon** (The Pegu Yomas scheme for the water-supply of Rangoon). MELVILLE (F. R.), LE GEYT HETHERINGTON (R.); *J. Inst. Civ. Engrs* (mars 1948), n° 5, p. 59-78, 6 fig. — Description du barrage de Gyobu. Description de la conduite. Organisation du travail. Fabrication des éléments de conduite, magasinage. Mise en forme, soudure des plaques. Mode d'assemblage. Mise en place. Supports. Passages supérieurs et inférieurs. Joints. Valves. Essais. Peinture. Prix de revient. Dommages causés par la guerre. E. 2438 (◇).

517-19. **Le barrage de la Girotte (Savoie)**. *Techn. Trav.* (mars-avr. 1948), n° 3-4, p. 93-103, 21 fig. — Description des travaux de barrage destiné à surélever de 40 m le niveau du lac de la Girotte, du type à voûtes multiples en béton non armé et à piles autostables ancrées dans le sol par des faisceaux de câbles. E. 2942 (◇).

518-19. **Mouvements dus aux variations de température dans les contreforts du barrage d'Aswan** (Thermal movements in the buttresses of the Aswan Dam). LELIAVSKY BEY (S.); *J. Inst. Civ. Engrs* (mars 1948), n° 5, p. 79-87, 4 fig. — Description des appareils enregistreurs employés pour l'observation des variations dues à l'effet de la température ou autres causes physiques. Décalage entre les températures des différents contreforts. Vérifications directes. Efficacité du joint glissant. Formules donnant le déplacement du couronnement des contreforts pour différentes périodes de l'année. E. 2438 (◇).

519-19. **La puissance des marées : son développement et son utilisation** (« Tidal power » : its development and utilization). RICHARDS (B. D.); *J. Inst. Civ. Engrs* (avr. 1948), n° 6, p. 104-148, 13 fig. — Rappel du phénomène des marées. Fonctionnement d'une installation à bassin unique. Régulation du débit de sortie. Projets d'utilisation de la puissance des marées. Barrage à l'estuaire de la Severn (Angleterre). Estuaire du Petitcodiac et du Memramcook (Canada). Estuaire du Passamaquoddy (U. S. A.). Estuaire de la Rance et Mont-Saint-Michel (Bretagne). Choix d'un site convenable pour l'installation. Emploi de maquettes. Discussion. E. 2815 (◇).

Transports d'énergie.

520-19. **La ligne Mörel-Airolo à 150 kv de la Rhônewerke**. A. G. PREISWERK (M.), HAUSER (W.); *Bull. Tech. Suisse Rom.* (8 mai 1948), n° 10, p. 125-131, 19 fig. — Tracé de la ligne à haute tension reliant les centrales du Gothard au Valais. Caractéristiques des pylônes utilisés dans la vallée du Rhône où les avalanches ne sont pas à craindre et des types de pylônes adoptés dans le tronçon en haute montagne à fortes dénivellations où les pylônes sont exposés aux surcharges de neige et aux avalanches. Particularités de pose des conducteurs en aluminium dans la vallée, en Aldrey dans le tronçon montagneux jusqu'à 1 700 m et en Aldrey-acier dans la haute montagne. Détails concernant les câbles de terre, les isolateurs, les pinces et les joints. Solutions adoptées pour les transports et le montage. Répartition des dépenses en vallée et en haute montagne. E. 2774 (◇).

Bâtiments publics.

521-19. **Nouveaux bureaux ministériels à Whitehall Gardens (Londres)** (New government offices, Whitehall Gardens). PIKE (C. F.); *Struct. Engr.* (avr. 1948), vol. 26, n° 4, p. 218-238, 18 fig. — Description du site. Nature du terrain : argile bleue. Fondations : murs de retenue en tranchée. Les travaux furent ralentis pendant la guerre, puis repris avec des modifications importantes en raison de l'incorporation d'une citadelle dans les bâtiments. Reprise des travaux de fondations. Méthodes employées. Obligation de démolir près de 5 000 m³ de béton armé au marteau pneumatique. Charpente en fer. Détails de construction. E. 2568 (◇).

Voies de communication.

Voies routières.

522-19. **Notes sur les routes et l'étude des routes en Amérique du Nord** (Impressions of roads and Road Research in North America). *Road Res. Lab.* (1947), n° 7, 37 p., 23 fig. — Étude du trafic. Lever topographique. Étude du « parking » des véhicules. Implantation. Signaux routiers, marques et avertissements. Sécurité de la route. Statistique des accidents. Importance de l'élément humain. État des revêtements au point de vue dérapage. Étude économique des grandes routes. Étude de la chaussée. Matériaux et méthodes de construction. Entraînement des ingénieurs spécialisés dans la route à grand trafic. E. 2625 (◇).

523-19. **Réfection du réseau routier de la commune de Milan** (Il riassetto della rete stradale del Comune di Milano). DI RENZO (A.); *Strade* (mars-avr. 1948), n° 3-4, p. 79-86, 5 fig. — Dégâts subis par le réseau pendant et après la guerre. Caractéristiques générales du réseau. Existence et causes des dégâts. Comportements des divers types de revêtements. Travaux exécutés en 1947. Règles techniques suivies. Réfection des trottoirs. Programmes immédiats et futurs. E. 2629 (◇).

524-19. **Les progrès dans le domaine de la construction des routes** (Developments in the construction field). HATHAWAY (C. M.); *Univ. Illinois Bull.* (janv. 1942), vol. 39, n° 22, p. 59-68. — Conférence faite au Congrès des Routes (mars 1941). Progrès essentiels : méthodes de terrassement; construction de routes avec revêtements en 2 couches. Revue rapide des divers types de routes. Étude du sol, élimination de la poussière. Matériel et fournitures d'agréments. Installations fixes ou mobiles. E. 2874 (◇).

525-19. **1° Types de routes « noires ». 2° Enseignements divers tirés en Indiana sur les « routes noires ». 3° Discussion au sujet des routes « noires ». 4° Routes bituminées dans le Comté de Winnebago** [1° Types of black-top roads. 2° Some things Indiana has learned about black-top roads. 3° Black top topics. 4° Bituminous roads in Winnebago County]. WAHL (C. M.), PETTY (B. H.), TYSON (H. D.), CARTER (A. R.); *Univ. Illinois Bull.* (janv. 1942), vol. 39, n° 22, p. 23-47. — Série d'articles présentés au Congrès annuel de l'Administration des routes les 5 et 7 mars 1941. — Examen des classifications des revêtements; les différents facteurs qui déterminent la qualité de la route : trafic; importance de la couche de fondation. Accotements pour tracteurs. Saison de mise en œuvre. Finesse des agrégats. Réparation rapide des déficiences. Époque de réfection. Contrôle au Laboratoire. Importance du sol et de sa préparation. Résultats obtenus. Détails sur les travaux d'extension du réseau routier du Comté de Winnebago. E. 2874 (◇).

526-19. **L'emploi économique des machines dans la construction de routes** (The economic use of plant on motorway construction). PALMER (E. A.); *Highw. Bridges Aerod.* (31 mars 1948), vol. 14, n° 717, p. 1-5 et 13. — Le prix de la main-d'œuvre a quadruplé en Angleterre depuis 1939 et de ce fait l'usage des méthodes mécaniques de construction devient de plus en plus répandu. L'emploi des machines excavatrices dépend cependant des conditions atmosphériques. Programme des travaux. Terrassement : Différents modes d'excavations. Compactage des remblais. Argileux ou non argileux. Préparation du sous-sol. Bétonnage. Machines pour étendre, pour vibrer, pour niveler le béton. Méthode américaine utilisant le minimum de main-d'œuvre. E. 2493 (◇).

527-19. **La construction des routes dans les installations militaires américaines** (Road construction in U. S. A. military installations). KNUDSEN (H.); *Civ. Engng* (juill. 1945), vol. 15, n° 7, 7 p. — Le développement rapide des installations militaires américaines a exigé la construction de 40 000 km de routes. A

cet effet, la Direction du Génie américain a édité un manuel traitant de toutes les techniques intéressées et également des critères de construction et de planning corrects. Ce document traite des sujets suivants : Règles générales. Consistance des fondations et des revêtements d'après la catégorie de la voie. Emploi des matériaux locaux. Emploi de cendres volcaniques. Cas de fortes circulations de chars. Essais à haute température. Comportement des revêtements. Recommandations générales. Façon de tenir compte du type de véhicules roulant sur le revêtement. E. 3237. Traduction I. T. 148 (◇).

528-19. **Le calcul du relèvement des tournants de routes** (Il calcolo della sopra elevazione delle curve stradali); *Strade* (févr. 1948), n° 2, p. 52-55, 5 fig. — Présentation d'un diagramme donnant en fonction du rayon du tournant et de la vitesse, l'accélération résultante et le relèvement optimum. Inversement, on peut déduire la valeur du relèvement, la valeur optima de la vitesse dans le virage. Suit une application numérique utilisant les valeurs de la surélévation adoptées dans différents pays. E. 2561 (◇).

529-19. **Plans et méthode directe de calcul de murs de soutènement** (Charts and a direct method for design of cantilever retaining walls). JONES (W. A.); *J. Am. Conc. Inst.* (sept. 1943), p. 5-32. — Méthode de dessin des murs de soutènement, spécialement de grandes routes. Classification proposée des murs. La question du choix des types de murs et des facteurs et formules de la pression du sol, étude et illustration de la préparation des plans. Ces plans et méthodes ont été utilisés et mis en pratique par l'auteur dans un important bureau d'études de grands ponts. E. 2005, p. 1 (◇).

530-19. **Routes stabilisées** (Stabilised roads). *I. C. I.* (1945). — Brochure illustrée sur la construction de routes stabilisées, avec du chlorure de chaux éteint. E. 1626, 31/23 (+).

531-19. **Activité du Laboratoire de l'Institut Expérimental Routier italien dans l'exercice 1947.** (L'attività del Laboratorio dell' Istituto Sperimentale Stradale nell' esercizio 1947). ARIANO (R.); *Strade* (mars-avr. 1948), n° 3-4, p. 69-78, 6 fig. — Compte rendu des essais faits en 1947 sur les bitumes, goudrons, émulsions bitumineuses, ciments et bétons, matériaux pierriers et terres. E. 2629 (◇).

532-19. **Construction des routes et matériaux de revêtements.** (Résumé en anglais de documents allemands.) (Road building and roofing materials. English summary of german documents). *Board Trade* (1947), 2 p. — Description de cinq variétés de matériaux pour revêtements routiers : dallage d'asphalte comprimé, mélange goudronneux; laine de verre et fibre de paille, mélange ciment-mortier, et mastic de revêtement. E. 2226, 83/38 (+).

533-19. **Préparation des pierres cassées bitumées autarctiques pour les réparations locales et les reprises d'entretien.** ARIANO (R.); *Ric. e Studi* (1941), vol. 5, p. 93. — Exposé des procédés employés en Italie en 1941 pour utiliser les poudres d'asphalte des Abruzzes et de la Sicile et des dissolvants chlorurés pour constituer des conglomerats bitumeux propres à l'entretien des routes. E. 2669 (◇).

534-19. **Revêtements macadamisés pour routes** (Coated macadam for roads). SLATER (R.); *Highw. Bridges Aerod* (5 mai 1948), vol. 14, n° 722. — Texte d'une conférence destinée aux élèves de l'Institut des Surintendants des Travaux et routes d'Angleterre. Véritable cours détaillé sur la constitution et l'exécution de revêtements de route au moyen d'une « chape » composée de macadam et d'un liant : goudron, bitume, asphalte. Définition de la chape ou revêtement. Qualités requises de ces chapes. 4 types différents suivant destination et emploi : couche unique, couche de base, couches d'usure, couche d'asphalte à froid. Examen détaillé de chaque type. Mise en œuvre. E. 2828 (◇).

535-19. **Expériences sur les joints des revêtements en béton dans l'Illinois** (Experience in Illinois with joints in concrete pavements). CRANDEL (J. S.); GLOVER (V. L.); HUNTINGTON (W. C.); LINDSAY (J. D.); RICHART (F. E.); WILEY (C. C.); *Univ. Illinois Bull.* (déc. 1947), vol. 45, n° 23, p. 13-258, 196 fig. — Expériences faites dans l'Illinois avec les systèmes de joints utilisés principalement entre 1928-1940; description des divers systèmes de joints, transmission de charges; étude des pratiques courantes aux États-Unis; discussion des épreuves de laboratoire; rapports sur les expériences faites; compte rendu sur la route expérimentale d'Armington; sur l'exécution de joints au moyen d'une meule; résumé des données et des résultats obtenus. E. 3002 (◇).

536-19. **Quelques défauts des routes bétonnées : causes et remèdes** (Some defects in concrete roads : causes and remedies). *Inst. Civ. Engrs.* (1947). — E. 1815 79/17 (+).

537-19. **Spécifications pour sols et dallages de béton** (Specifications for concrete pavements and bases); *J. Am. Conc. Inst.* (nov. 1943), p. 117-144. — Rapport du Comité de l'A. C. I., 617. — Ces spécifications s'appliquent à la construction de dallages et de sols de béton de ciment de Portland dans les conditions normales en y comprenant la préparation de l'infrastructure et seront en vigueur, à moins qu'elles ne soient modifiées par des conventions spéciales, pour tenir compte des conditions exceptionnelles de circulation, soubassement, écoulement, exposition et autres facteurs. E. 2005, p. 1 (◇).

538-19. **Essais dynamiques des revêtements** (Dynamic testing of pavements). PICKETT (G.); *J. Am. Conc. Inst.* (avr. 1945), p. 473-492. — Analyse théorique du problème de la vibration d'un dallage en contact avec une infrastructure élastique. Les propriétés, aussi bien de la surface que de l'infrastructure peuvent être déterminées pour n'importe quelle surface limitée en plaçant la source des vibrations entretenues dans cette région. E. 2005, p. 6 (◇).

539-19. **Le Laboratoire de l'Institut départemental de la Route de la C. T. I. et du R. A. C. I. pendant l'exercice 1941.** ARIANO (R.); *Ric. e Studi* (1941), vol. 5, p. 4. — Étude des conglomerats de bitume à employer pour les réparations et des briquettes de ce même matériau pouvant servir pour les reprises générales des pavages routiers. Méthode pour la préparation de ces conglomerats. Résultats d'essais faits sur des poudres d'asphalte. Essais divers. E. 2669 (◇).

540-19. **Recommandations pour le dressage des revêtements routiers goudronneux** (Recommendations for tar surface dressings); *Road Res.* (1947), n° 1, 7 p., 3 fig. — Le fascicule définit les matériaux employés : nature des agrégats, dimensions des graviers, granulométrie et forme des agrégats, qualité du goudron, viscosité, goudron non toxique. Traitement : préparation du revêtement, application du goudron. Température de coulée. Rapidité de coulée. Application du gravier. Méthode. Roulage. Livraison de la route au trafic. Revêtement sur macadam. Revêtement sur béton, sur pavé de bois. Tableau indiquant la viscosité des goudrons. E. 2623 (◇).

541-19. **Nouvelles recommandations pour les revêtements au goudron** (Revised recommendations for tar surface dressing). *Warfare Road Note* (G.-B.). (1944), n° 8, 10 p. — Recommandations relatives au choix et au calibre de l'agrégat, à la qualité et à la viscosité du goudron, à la préparation de la surface de la route, à l'application du goudron et du gravillon, à l'ouverture au trafic. Suivent des recommandations pour les revêtements sur macadam à l'eau, sur béton de ciment, sur pavés de bois. E. 2967 (◇).

542-19. **Essais à échelle grandeur nature de revêtements superficiels** (Full scale surface dressing experiments). *Road Tar Bull.* (juin 1943), n° 1, 16 p., fig. — Relation d'essais de revêtements routiers faits en Grande-Bretagne avec des goudrons de diverses fabrications. Étude de l'influence du mode de préparation du goudron, du taux de répartition de la goudronneuse mécanique, du calibre du gravillon, de la granulométrie, de la viscosité du goudron, etc. E. 2966 (◇).

543-19. **La constitution du goudron routier.** DICKINSON (E. J.); *J. Soc. Chem. Ind.* (mai 1945), p. 1-24. — Étude de trois goudrons routiers provenant de goudron brut de cornue verticale, de cornue horizontale et de four à coke. Résistance plus élevée à la floculation par les solvants du goudron de cornue verticale. E. 2968.

544-19. **Construction des revêtements en béton asphalté** (Concrete flooring with asphalt admixture). ANDEREGG (F. O.); *Const. Rev.* (déc. 1946). — Exposé d'une méthode de construction de revêtements en béton constitué de ciment, d'asphalte et d'agrégats, manière de procéder. Observations et conclusions. Traduction 45-48 (◇).

545-19. **Les autostrades en Allemagne** (German Autobahn). HENDERSON (W.); *Brit. Intell. Object. Sub. Comm.* (1947). — Organisation et planification, construction et exécution, drainage et revêtement. E. 1815 79/15 (+).

546-19. **L'autostrade Anchieta** (La Via Anchieta). *Cem. Portland* (sept. 1947), n° 13, p. 11-16, 14 fig. — Résumé des caractéristiques de l'autostrade entre San Pablo et Santos, en particulier du revêtement en ciment Portland constituant les chaussées. Le tronçon construit à travers la Sierra del Mar a nécessité de nombreux ouvrages d'art également en ciment. E. 1883 (◇).

547-19. **Revêtements antidérapants** (Skid resistant qualities, Roadway surfaces). *Am. Road. Build. Ass. Conv. Proc.* (U. S. A.) (1938), p. 321. — Rapport du Comité des problèmes sur les surfaces des chaussées. Qualités antidérapantes. Résumé des réponses faites par des ingénieurs à un questionnaire relatif aux dérapages. Discussion des réponses et conclusions générales. E. 2965 (◇).

548-19. **Rapport du comité des problèmes sur l'éclairage des routes** (Report of problem committee on highway illumination). CONNOR (M. A.); *Am. Road Build. Assoc.* [U. S. A.] (1938), p. 346-357. — Cette étude porte sur la plus grande distance de visibilité nécessaire, sur l'évaluation de la vitesse de circulation de nuit, la crainte des chauffeurs pour la marche de nuit, la valeur de l'éclairage nocturne pour réduire le taux des accidents, etc. E. 2964 (◇).

Voies ferrées.

549-19. **Voies de tramways et revêtements routiers** (Binari tramviari e pavimentazioni stradali). PATRASSI (A.); *Strade* (janv. 1948), n° 1, p. 13-22, 12 fig. — Examen rapide des valeurs relatives des différents types de revêtements utilisés sur les routes portant une voie de tramway, montrant les possibilités d'emploi avec les voitures actuelles de revêtements monolithes en béton, système inutilisable avec les anciennes voitures par suite des vibrations et des bruits qui en résultaient. Types de revêtements de ce genre, les plus communément adoptés, ainsi que les qualités nécessaires aux bétons utilisés pour éviter la formation de fissures et les ruptures. Nécessité de perfectionnements permettant de diminuer suffisamment le prix de revient des transports par tramways pour concurrencer avantageusement les autobus et les trolleybus. E. 2560 (◇).

550-19. **La reconstruction de la remise à locomotives de Monceau, près de Charleroi**. RICHARD (N.); *Techn. Trav.* (mars-avr. 1948), n° 3-4, p. 85-89, 9 fig. — Description de la remise à locomotives de Monceau, reconstruite après bombardement sur un plan rectangulaire de 71 × 100 m. Toiture-terrasse en béton armé sur poteaux. Portes en tôle soudée. Éclairage par vitrages verticaux et lanternes. Hottes d'évacuation des fumées exécutées en béton de ciment sursulfaté et protégées de l'attaque des fumées par un enduit bitumineux. Chauffage par radiateurs et aérothermes. E. 2942 (◇).

551-19. **Les nouvelles remises à locomotives de la S. N. C. F. La rotonde du dépôt d'Avignon (Vaucluse)**. CALFER (P.); *Gén. Civ.* (1^{er} mai 1948), t. 125, n° 9, p. 161-164, 8 fig. — Construction de rotondes circulaires en béton armé à 36 voies. Piliers extérieurs coulés à terre et dressés. Voûtes longues et coniques coulées dans des coffrages mobiles sur chariot. Évacuation des fumées par hottes en fibrociment suspendues. Détails de construction. E. 2738 (◇).

552-19. **Réparation urgente au métro « The Tower » de Londres après les dégâts causés par un raid aérien** (Emergency repair to the Tower subway, London, after raid damage). HARDING (H. J. B.); *Inst. Civil Engrs J.* (1945-1946). — Description des travaux. E. 1626. P. 31/30 (+).

553-19. **L'extension vers l'Est des chemins de fer électriques de Londres** (The Eastward extension of London electric railways); *Conc. Const. Engng.* (mars 1948), vol. 43, n° 3, p. 70-77, 10 fig. — Travail exécuté partie en tunnel, partie en surface. Tunnels et murs de soutènement. Emploi d'éléments en fonte et d'éléments en béton armé. Raccordement (voir le numéro d'août 1939). Murs de soutènement en béton armé. Raccordement des nouvelles voies aux anciennes. Description du sol, des tunnels, sorties de tunnels. Emploi de blocs de béton, de piliers composés en tôle, poteaux en béton coulé sur place et panneaux préfabriqués. Description du viaduc de South Woodford. Suppression des passages à niveau. E. 2362 (◇).

Téléfériques.

554-19. **De quelques questions relatives au calcul des téléphériques à voyageurs et d'un essai de freinage réalisé au téléphérique d'Artouste (B.-Pyrénées)**. LEHANNEUR (M.); *Ann. Ponts-Chauss.* (sept.-oct. 1947), n° 5, p. 655-675, 6 fig. — Étude des effets du vent sur la fatigue des câbles, exposé du calcul des freins de chariot, résultats de l'étude du mouvement du chariot au cours du freinage. E. 2686 (◇).

Voies navigables.

555-19. **La remise en état provisoire des ports continentaux** (Emergency repairs to continental ports); *Engineering* (7 nov. 1947), p. 433-434, 444, 9 fig. — Boulogne-sur-Mer. Travaux de remise en état des quais Sûd et Nord du bassin Loubet. Le quai des Excursionnistes et le quai d'Echange de l'Avant-Port, le quai Gambetta, et le quai de la gare maritime du port de Marée, ont été également remis en service. M. 44 (◇).

556-19. **Revêtements bon marché expérimentés sur les canaux de l'Atlas Project** (Oklahoma). POWERS (K. L.); *Houille Blanche* (nov.-déc. 1947), n° 6, p. 441-456, 17 fig. — Étude de revêtements ayant porté sur : pellicule protectrice, talus compacté, couverture argileuse, sol stabilisé, sol ciment plastique. Description des matériaux, équipement et méthodes de construction utilisés. Conclusion sur leur valeur pratique. E. 2652 (◇).

557-19. **Revêtement mécanique en béton de terre des talus d'un canal** (Soil-cement canal liner placed mechanically). *Mc Graw-Hill Digest* (mars 1948), p. 18. — Revêtement mécanique au béton de terre d'une section d'essais de 1 200 m d'un canal d'irrigation dans l'Oklahoma. Installation mobile de mélangeage. E. 2355 (◇).

558-19. **Essais pour l'étude d'un projet de murs de quai ancrés** (Tests probe design of bulkheads). *Engng News. Rec.* U. S. A. (janv. 1947), vol. 138, p. 70-71, 1 fig. — Résultats d'essais exécutés au bureau des chantiers navals de Princeton pour la construction de murs de quai ancrés, en utilisant une digue en pente, du sable perméable entre les palplanches et un remblai d'argile hydraulique. E. 2569. R. S. 8-35618 (*).

559-19. **Quais et jetées en béton préfabriqué** (Piers and jetties of precast concrete). LATHROP (S. P.); *Rock Prod* (1946). — Description. E. 1633. P. 38/22 (+).

560-19. **Reconstruction de murs de quai au Havre. Poutres composées précontraintes exécutées sur place et préfabriquées** (Reconstruction of quay walls, Le Havre. Composite in situ and precast prestressed beams); *Conc. Const. Engng.* (févr. 1948), vol. 43, n° 2, p. 55-57, 6 fig. — Utilisation d'éléments de construction en béton précontraint préfabriqués et en béton coulé sur place, pour la reconstruction des quais en pierre endommagés par les bombardements. Fondations intactes. Méthodes employées. Batardeaux. Réfection du quai Johannes et du quai d'Escale. Description des éléments en béton précontraint. Ancrages. E. 2154 (◇).

561-19. **Quais de construction cyclopéenne** (Cyclopean pier construction). PEEL (K. P.); *Engng News-Rec.* (1946). — Description. E. 1633. P. 38/21 (+).

562-19. **Cale sèche pour un avion amphibie géant** (Dry-dock for a giant flying boat). *Engng News Rec.* U. S. A. (mai 1947) vol. 138, p. 64-66, fig. — Caractéristiques de construction d'une cale sèche d'un type nouveau pour le montage final et l'amarrage d'un avion amphibie de 220 t d'une envergure de 98 m, cales sèches séparées pour les flotteurs. E. 2569. R. S. 8-35632 (*).

563-19. **Problèmes de bétonnage dans la construction de formes de radoub résolus par la méthode des trémies**. (Concrete problems in the construction of graving docks by the tremie method). — MACK ANGAS (W.), SHANLEY (E. M.), ERICKSON (J. A.); *J. Am. Conc. Inst.* (févr. 1944), p. 249-280. — Avantages de la méthode de la trémie pour verser le béton, et vitesse inégale avec laquelle cette méthode fonctionne dans la construction des vastes bassins à sec. Problèmes que l'on rencontre dans les transports, mélange, et coulée du béton tels qu'ils furent soulevés pour la construction de vastes maçonneries sous-marines. Description générale des méthodes utilisées pour la construction de bassins à sec. E. 2005, p. 2 (◇).

564-19. **Revêtement flexible en béton pour la protection des berges des rivières** (Flexible concrete mattresses for river-bank protection); *Engineering* (9 avr. 1948), vol. 165, n° 4289, p. 337-339, 8 fig. — La vitesse du courant du Mississipi et la composition sableuse des berges de son cours inférieur ont posé depuis longtemps le problème de la fixation du lit de ce fleuve, et notamment de la prévention des affouillements. Examen des différentes solutions anciennes : revêtement en branchage, revêtement monolithique en béton, revêtement articulé en béton. Depuis 1943, ce dernier procédé subit la concurrence du revêtement flexible en béton. Ce dernier revêtement est constitué par un matelas mince en béton armé, en éléments préfabriqués qui sont enroulés pour le transport. Les divers éléments sont réunis sur le chantier, puis posés à l'aide d'un ponton-grue et d'une plate-forme flottante spéciale. L'opération de pose est rapide,

ce qui présente un grand intérêt dans le cas du Mississipi. On ne possède pas une expérience suffisante de ce procédé pour affirmer que son efficacité soit supérieure à celle du revêtement articulé employé jusqu'ici. E. 2535 (◇).

565-19. **La reconstruction du phare du cap Ferret.** RICHARD (M.); *Travaux* (avr. 1948), n° 162, p. 222-227, 11 fig. — Le phare du cap Ferret, à l'entrée du bassin d'Arcachon, détruit par les Allemands, a été reconstruit en béton. La base de la tour et la centrale voisine sont revêtues en ciment-pierre avec corniche en comblanchien. La partie courante comporte une couche extérieure de 7 cm de béton en pierre de Chauvigny broyée et ciment blanc, puis au-dessus d'une corniche en comblanchien, le parement est en briques. Description des travaux. E. 2599 (◇).

566-19. **Contribution à l'étude de la houle au voisinage des côtes.** CARLOTTI (L.); *Houille blanche* (nov.-déc. 1947), n° 6, p. 469-480, 4 fig. — Exposé au sujet des essais de ports et rades sur modèles réduits, valabilité de ces essais. Les lois de la similitude de formes et d'amortissement. E. 2652 (◇).

567-19. **Construction d'une jetée au moyen d'éléments préfabriqués** (Causeway built of precast units). *Engng News Rec. U. S. A.* (nov. 1946), vol. 137, p. 48-51, fig. — Opérations de construction d'une jetée de 1 200 m de long, utilisée par la Standard Oil Co. de Richmond (Cal.) pour le chargement des bateaux-citernes; une économie de temps, de frais, de travail et de matériaux a pu être réalisée par l'emploi de pilotes et dalles en béton préfabriqués. E. 2569. R. S. 8-35621 (★).

Voies aériennes.

568-19. **Plan d'équipement aéronautique.** LEMAIRE (R.); *Tech. Arch.* (1947), vol. 7, n° 9-12, p. 453-462, 6 fig. — Après un exposé rétrospectif du plan d'équipement des grands itinéraires aéronautiques, indication des données qui ont servi de base à l'étude du nouveau plan d'équipement des lignes aériennes de la métropole et des pays d'outre-mer. Tableau des aérodromes prévus dans ce plan et des travaux correspondants de terrassement, de construction de pistes; installations techniques, installations générales, etc. E. 2651 (◇).

569-19. **Aérogares.** VICARIOT (H.); *Tech. Arch.* (1947), vol. 7, n° 9-12, p. 513-534, fig. — Un article de M. H. Vicariot, donnant l'étude théorique d'une aérogare de moyenne importance et un exemple d'application à l'aéroport de Nice-Californie. Un article de MM. KELLER, LACOSTE et LUYCKSE sur le fonctionnement de l'aérogare d'Alger-Maison-Blanche. Une étude d'ensemble de l'aérodrome de Bâle-Mulhouse par M. A. VIALA, De brèves descriptions de l'aérogare provisoire de Montpeller-Fréjorgues (par M. H. FAVER), de la gare aérienne de Prague (par M. A. BENS), de l'aéroport de Milan (par L. GIORDANI), de l'aéroport de Dublin (D. FITZ CERALD), de la station d'hydravions de Rio (Correahima), de l'aéroport Santos-Dumont à Rio de Janeiro (ROBERTO) et une étude théorique des installations nécessaires aux aéro-clubs (MM. LODS). E. 2651 (◇).

570-19. **Hangars.** PUJADE-RENAUD (Ch.); *Tech. Arch.* (1947), vol. 7, n° 9-12, p. 535-541, fig. — Études concernant des hangars en béton armé de 100 m de portée (M. CH. PUJADE-RENAUD), un hangar sur plan hexagonal, le projet de construction d'un hangar d'entretien à Alger-Maison-Blanche (MM. G. PERRET COURTY et HAHN), l'usine de la Société de constructions aéronautiques et navales à la Rochelle (MM. LE ROY, LETELIE et LEVAUX), les principaux types de hangars d'aviation métalliques (M. D. GIACOBBI), et les différentes réalisations de hangars en bois (M. R. COLLIN). E. 2651 (◇).

571-19. **Construction et exploitation des aérodromes aux Etats-Unis. VI. Les bâtiments.** ROOS (R.); *Bull. Liaison Docum. Secrét. Gén. Aviat. Civ. Commer* (avr. 1948), n° 36, p. 10-13. — Étude des solutions américaines des dispositions des aérogares en fonction de l'exploitation. Dimensions des locaux. Types de hangars. Tours de contrôle. E. 2789 (◇).

572-19. **Construction et exploitation des aérodromes aux Etats-Unis. V. La construction des pistes.** ROOS (R.); *Bull. Liaison Docum. Secrét. Gén. Aviat. Civ. Commer* (avr. 1948), n° 36, p. 9-10. — Instructions sur le calcul des pistes souples, des pistes en béton avec ou sans joints, la tenue des pistes aux gaz des moteurs à réaction, et le problème de la neige. E. 2789 (◇).

573-19. **Compte rendu des travaux de la conférence des aéroports d'Etat.** Collège d'Etat du Kansas, Manhattan, Kansas, 24 et 25 oct. 1945 (Proceedings of the State Airport Conference, Kansas State College, Manhattan, Kansas), oct. 24 and 25 1945). *Engng Exp. Stat.* (1946), n° 49, 115 p., 20 fig. — Information locale nécessaire pour l'organisation de l'aéroport.

Étude de l'épaisseur basée sur les sols de fondation. Système pour l'évaluation de la résistance des sous-sols, fondations et surfaces souples. Pelouse pour aéroport. Chaussée d'aéroport en béton au ciment de Portland. E. 2286 (◇).

574-19. **Le drainage des aéroports** (The drainage of Aero-ports). HORNER (W. W.); *Univ. Illinois Bull.* (nov. 1944), vol. 42 n° 14, 48 p., 28 fig. — But du drainage des aéroports. Provenance de l'eau. Nécessité du drainage souterrain. Infiltration des eaux dans le terrain. Drainage des eaux de ruissellement. Chutes de pluie. Fréquence et quantité du flot admissible. Orifices d'entrée des eaux. Détermination des eaux de ruissellement et capacité du réseau de drainage. Hydrologie. Étude de plusieurs installations de drainage d'aéroports. Étude de drainage pour camps d'aviation militaires. E. 2881 (◇).

575-19. **Couches de roulement en mélange d'asphalte naturel calcaire et de mortier bitumineux (malaxage à chaud en centrale) pour les pistes d'envol et de circulation et aires de stationnement des aéroports** (Blended natural limestone and sand asphalt surface course (central plant hot mix) for airports runways, taxiways and aprons). *Cahier des Charges C. A. A.* (1^{er} sept. 1946), n° P-408. — Prescriptions relatives à la préparation en centrale d'un mélange bitumineux économique et de qualité supérieure obtenue par mélange d'asphalte naturel calcaire et d'agréments sablonneux. Description. Matériaux. Composition. Méthodes de construction. Évaluation des quantités. Paiements. E. 2658. — Traduction S. T. B. A./T. 394 (◇).

576-19. **L'aéroport de Lisbonne.** THOMANN (E.); *Strasse Verkehr* (13 sept. 1946), n° 18/19. — Inauguré en octobre 1942, l'aéroport de Lisbonne comportait 4 pistes de 1 200 m à revêtement bitumineux sur fondation de sable et d'empièvements. Description du mode de construction et du drainage. Prolongement en cours des pistes jusqu'à 2 000 m. Travaux accessoires et d'accès. E. 2665. — Traduction S. T. B. A./T. 260 (◇).

577-19. **Fondation en macadam à l'eau pour la construction des pistes, voies de circulation et aires de stationnement des aérodromes** (Water bound macadam base course for airport runways, taxiways and aprons); *Cahier des charges C. A. A.* (1^{er} mai 1946), n° P-206. — Ce Cahier des charges du Ministère du Commerce à Washington décrit le mode de fabrication de fondations en macadam à l'eau. Description, matériaux employés, procédés de construction, mètre et base de paiement. E. 2961. — Traduction S. T. B. A./T. 495 (◇).

578-19. **Fondation en agrégats concassés pour la construction des pistes, voies de circulation et aires de stationnement des aérodromes** (Crushed aggregate base course for airport runways, taxiways and aprons). *Cahier des charges C. A. A.* (1^{er} août 1946), n° P-209. — Description d'une fondation selon le Cahier des charges du Département du Commerce américain (couche de protection en matériaux bitumineux et couche d'usure). Spécifications. Procédés de construction, finissage et entretien. Méthode de mètre et base de paiement. E. 2962. Traduction S. T. B. A./T. 503 (◇).

579-19. **Cahier des charges type pour les revêtements d'aéroports en béton de ciment Portland** (Suggested specifications for the construction of Portland cement concrete pavements for Airports). *Concr. Airp.* — Ce projet de Cahier des charges établi par le Portland Cement Association de Chicago Illinois définit, après des généralités, le mode de construction des revêtements dont le dosage est uniforme dans toute l'épaisseur de la dalle. Il examine les conditions d'exécution des remblais, des fondations du drainage, des coffrages puis les conditions à imposer aux matériaux, l'outillage, les dosages et les qualités du béton, les règles d'établissement des joints, le travail par temps froid, le finissage, etc. Il fixe enfin les conditions de paiement. E. 2958. — Traduction S. T. B. A./T. 353 (◇).

580-19. **Aménagements de terrains pour aéroports** (Grading for Airports). *Cahier des charges C. A. A.* (1^{er} juill. 1943), n° P-102. — Ce Cahier des Charges du Ministère du Commerce à Washington spécifie les méthodes de construction relatives au déblai et à l'aménagement de la plate-forme des pistes, décrit le matériel à employer et l'exécution des travaux. Il termine par l'exposé du mètre, des bases de paiement et la spécification relative à l'arrosage. E. 2959. — Traduction S. T. B. A./T. 370 (◇).

581-19. **Fondation en macadam aggloméré à sec pour la construction des pistes, voies de circulation et aires de stationnement des aérodromes** (Dry bound macadam base course of airport runways taxiways and aprons). *Cahier des Charges C. A. A.* (1^{er} mai 1946), n° P-205. — Ce Cahier des charges du Ministère du Commerce à Washington donne la description, les procédés de construction, le mètre et la base de paiement. E. 2960. — Traduction S. T. B. A./T. 393 (◇).

582-19. **Aménagement du terrain d'aviation d'Orly.** NETTER (L.), BECKER (E.); *Tech. Arch.* (1947), vol. 7, n° 9-12, p. 561-566, fig. — De MM. L. NETTER et E. BECKER, un parallèle entre les pistes rigides et les pistes souples, processus d'exécution et résumé des caractères principaux de la piste SV en béton précontraint d'Orly. M. R. COLLIN étudie l'exécution des terrassements et la réalisation de l'assainissement des terrains d'aviation. E. 2651 (◇).

583-19. **Préparation de la plate-forme des pistes d'envol, de circulation et des aires en dur** (Preparation of subgrade for airport runways, taxiways and aprons). *Cahier des charges C. A. A.* (1^{er} juill. 1943), n° P-103. — Description des travaux pour préparer, mettre en état et entretenir la plate-forme des aéroports. Mode d'exécution des travaux. Mètre. Bases de paiement. En annexe : modification apportée à la méthode d'essai de densité Proctor. E. 2661. — Traduction S. T. B. A./T. 371 (◇).

584-19. **L'aéroport d'essais de l'A. A. F.** (The A. A. F.'s proving ground airport). *Roads Sireels* (oct. 1946), vol. 89, n° 10, p. 65-70. — Exposé des travaux exécutés à Englin Field où l'on a procédé à un compactage très poussé et à l'exécution de fondations très épaisses pour des pistes rigides et souples devant supporter des avions de 135 tonnes. E. 2660. — Traduction S. T. B. A./T. 384 (◇).

585-19. **Construction de pistes à l'aéroport de Londres** (Runway construction at London airport); *Engng News-Rec.* (1^{er} sept. 1947), vol. 138, n° 2, p. 86-90. — Les fondations du nouvel aéroport de Londres ont exigé le remblaiement au moyen de gravier compacté d'anciennes zones d'emprunt, puis la mise en œuvre de béton compacté. Surfacement au moyen de 30,5 cm de béton préparé dans une centrale et transporté en camions malaxeurs puis travaillé après coulage par une compacteuse surfaceuse. E. 2657. — Traduction S. T. B. A./T. 427 (◇).

586-19. **Nettoyage et dessouchage des terrains pour la construction d'aéroports** (Claring and grubbing for airports). *Cahier des charges C. A. A.* (1^{er} août 1943), n° P-101. — Description des travaux de nettoyage et dessouchage. Mode d'exécution des travaux. Mètre. Bases de paiement. E. 2662. — Traduction S. T. B. A./T. 369 (◇).

587-19. **L'aérogare de l'aéroport international** (The international airport terminal). *Aviat. Maint. Oper.* (sept. 1946), vol. 6, n° 4, p. 22-23, 88, 90. — Étude des aménagements et des méthodes à employer pour réduire au minimum raisonnable le temps des formalités imposées aux passagers des aérodromes. E. 2663. — Traduction S. T. B. A./T. 328 (◇).

588-19. **Aéroports.** *Techn. Arch.* (1947), vol. 7, n° 9-12, p. 481-512, 7 fig. — Dans cette série d'articles, nous trouvons de M. L. LESIEUX, un article sur les prévisions de trafic et le plan d'équipement de la région parisienne et sur l'avant-projet de l'aéroport d'Orly. Un article de M. H. MAZEN sur l'équipement aéronautique de la région marseillaise et sur les possibilités qu'offrent Istres et Marignane. Un article de MM. P. SIRVIN et R. COLLIN, décrivant les installations nautiques pour hydravions et les installations techniques de l'aéroport de Biscarrosse. Un article de M. H. DESCHÈNES examinant les possibilités d'installer au Havre l'hydrobase de Paris, et quelques articles donnant les grandes lignes de l'équipement de l'aéroport de Saint-Heathrow en Angleterre, des aéroports de Chicago, par M. R. TAGUE, du projet d'aéroport de Buenos-Ayres, par M. A. WILLIAMS et du nouvel aéroport de Rio de Janeiro E. 2651 (◇).

Souterrains.

589-19. **La construction d'une usine souterraine** (The construction of an underground factory). LOBB (H. V.); *J. R. I. B. A.* (nov. 1945). — E. 1626. P. 31/42 (+).

590-19. **Reconstruction inhabituelle d'un tunnel** (Unusual tunnel rebuilding). *Railw. Gaz.* (3 mai 1946), p. 487-488, fig. — Sur une longueur de 161 m. on a reconstruit la voûte d'un tunnel à deux lignes en partant du dessus par le moyen d'un puits vertical et de galeries d'avancement suivant l'arête de l'ancienne voûte. E. 1636. P. 41/15 (+).

591-19. **Entretien et réfection du revêtement intérieur des tunnels au moyen de mortiers traités et de béton spécial** (The maintenance and reconstruction of concrete tunnel linings with treated mortar and special concrete). KEATS (B. D.); *J. Amer. Conc. Inst.* (mars 1947), p. 813-828. — Les déficiences dans les revêtements de la paroi interne des tunnels telles que la désagrégation, les trous en forme de nids d'abeille, les crevasses, les failles et les défauts des terrains et des roches à travers lesquelles le tunnel a été foré peuvent être corrigés au moyen de

mortiers traités, d'un béton spécial et par une méthode non encore normalisée. Description des compositions et des méthodes, leur application à quatre tunnels. E. 2004, p. 15 (◇).

592-19. **A propos de la stabilité des ouvrages souterrains.** BAUDRAN (A.); *Monde Souterr.* (févr. 1948), n° 45, p. 49, 3 fig. — L'auteur réfute l'interprétation donnée par M. PINSON de l'effet de la pression atmosphérique sur les parois intérieures d'un souterrain, et cherche à montrer que quelle que soit la forme de la voûte et la profondeur à laquelle elle se trouve, il n'y a aucune raison sérieuse de tenir compte, au point de vue stabilité, de la pression de l'air qui se trouve normalement à l'intérieur d'un ouvrage souterrain. E. 2482 (◇).

Ouvrages de consolidation.

593-19. **Méthodes de calcul. Murs de soutènement** (Elements of design. Retaining walls). SHILTON (K. N.); *Highw. Bridges Aerod.* (5 mai 1948), vol. 14, n° 722, p. IV-VII, XII, 3 fig. — Méthode de calcul élémentaire d'un mur soumis à la pression des terres. Ex. E. 2828 (◇).

594-19. **Graphiques et méthode directe pour le calcul des murs de soutènement** (Charts and a direct method for design Cantilever retaining walls). JONES (W. A.); *J. Amer. Conc. Inst.* (sept. 1943), vol. 15, n° 1, 27 p., 13 fig. — Méthode de calcul des murs de soutènement, avec application particulière au cas des murs en retour pour ouvrages routiers. Projet de classement de ces murs. Le choix des types de murs appropriés et celui des formules de poussée des terres sont rapidement discutés. L'établissement des diagrammes est exposé brièvement. La méthode évite de faire des hypothèses préalables sur les dimensions de l'ouvrage. E. 2377 (◇).

Ponts.

595-19. **Etude de ponts-dalles biais à poutres de rives pour grandes routes. 1^{re} partie. Résultats d'analyses** (Studies of highway skew slab-bridges with curbs. Part I: Results of analyses). JENSEN (V. P.), ALLEN (J. W.); *Univ. Illinois Bull.* (19 sept. 1947), vol. 47, 62 p., 30 fig. — Considérations théoriques. Procédé de calcul (méthode des équations de différence). Résultats numériques. Moment maximum des charges permanentes au centre du tablier. Moment minimum. Moment maximum des surcharges au centre du tablier. Surcharges secondaires. Moments maximum dans les poutres de rive. En appendice : étude des zones chargées dans les systèmes rectangulaires et triangulés. Ordonnées des lignes d'influence. Diagramme des surfaces d'influence. Ponts biais de faible portée. E. 2923 (◇).

596-19. **Moments dans les dalles de pont portant dans un seul sens à arêtes renforcées** (Moments in simple span-bridge slabs with stiffened edges). JENSEN (V. P.); *Univ. Illinois Bull.* (1^{er} août 1939), vol. 36, n° 97, 105 p., 67 fig. — Considérations générales sur les charges permanentes et les surcharges fixes et mobiles. Moment maximum. Coefficient de Poisson. Moment dû aux charges uniformément réparties. Moment des charges permanentes et des surcharges. 3 problèmes illustrant la théorie. En appendice : moments dus à une seule charge concentrée sur la ligne transversale centrale de la dalle. Figures indiquant la variation des moments en fonction de la position de la charge roulante (ou mobile). E. 2916 (◇).

597-19. **Le relèvement des ponts et leur réparation par soudure.** GOELZER (A.); *Soudure Techn. Conn.* (mars-avril 1948), vol. 2, n° 3-4, p. 70-81, 84, 40 fig. — Les ossatures des ponts détruits pendant la guerre ont pu être souvent réutilisées par relevage et réparation par soudure. Travaux faits sur 11 ponts-rails ou pont-routes tels que le pont de Maisons-Laffitte, le pont d'Azay-le-Rideau, le pont de Croissy, le pont de Corres sur la Haute-Saône, etc. E. 2898 (◇).

598-19. **Relèvement du pont en béton armé de Branges.** SINDZINGRE (A.); *Travaux* (avr. 1948), n° 162, p. 215-219, 12 fig. — Le pont de Branges, bow-string de 45 m de portée s'est effondré en 1944, après bombardement d'une culée. La chute de l'ouvrage pivotant sur l'autre culée provoqua des dislocations sur une longueur de 15 m à l'about. L'ouvrage de 1 000 t a été relevé par vérin et la partie disloquée reconstruite. E. 2599 (◇).

599-19. **Réutilisation de piles en rivière d'un ancien ouvrage à Pont-Seille.** SCHAEERER (P.); *Travaux* (avr. 1948), n° 162, p. 219-221, 6 fig. — A Pont-Seille, la rupture des arches du pont a provoqué l'inclinaison des piles à 30° sur la verticale. Ces piles en béton se redressèrent en grande partie après le déblaiement.

ment des voûtes. Le redressement complet a été obtenu par l'action de vérins. Les piles furent ensuite calées par un bourrage de béton armé. E. 2599 (◇).

600-19. **Essais sur les ponts-routes** (Testing of highway bridges). DAVEY; *Engineering* (23 janv. 1948), p. 93-95, 5 fig. — Exposé des essais entrepris par le Centre de recherches des ouvrages d'art en Angleterre, pour déterminer la résistance des ponts au passage des charges roulantes, en vue de la limitation éventuelle du tonnage admis à passer sur les ponts. Étude de la répartition des efforts dans les ouvrages métalliques, essais sur modèles réduits. Résultats obtenus dans la classification des ponts. E. 2746, p. 100 (◇).

601-19. **Renforcement par divers moyens d'un pont de chemin de fer en vue de satisfaire aux exigences des charges actuelles** (Repairing an old Phoenix-section bridge to carry modern loads safely). JOHNSON et SEELYE; *Engng. News-Rec.* (12 déc. 1946). — Le pont de Berlin (New Hampshire), date de 1873; il est métallique à treillis et comporte des assemblages à œil et tourillons. Ceux-ci ont été renforcés soit avec du ciment pour les tourillons extrêmes de la membrure inférieure, soit par des goussets de renforcement soudés, soit en éliminant du tourillon la composante horizontale de la diagonale au moyen de tôles et de blocs d'arrêt transmettant directement l'effort à la membrure. La membrure inférieure a été renforcée par des barres d'acier soudées. E. 2434. — Traduction 11/48 (◇).

602-19. **Fonçage des piles du pont de Memphis sur le Mississippi par dragage à puits ouverts** (Piers sunk by openwell dredging for Mississippi river bridge at Memphis). *Engng. News Rec. U. S. A.* (mars 1947), vol. 138, p. 97-102, 8 fig. — Fonçage des piles du nouveau pont routier à Memphis (Tenn.). Les piles centrales, amenées comme des caissons flottants, sont submergées pour reposer sur des poteaux en bois; le fonçage sur des fondations d'argile est ensuite exécuté par dragage de puits dans les caissons, et complété par des méthodes pneumatiques. Les piles des berges ont été construites au moyen de batardeaux. E. 2569. — RS. 8-35649 (★).

603-19. **Comment diminuer le prix de construction des ponts** (Lower cost bridges and how to get them). HARTFORD (F. D.); *Engng. News Rec. U. S. A.* (avr. 1947), vol. 138, p. 98-101, fig. — Quelques indications pour diminuer les frais de construction des ponts : choix des méthodes de construction et emploi de matériaux appropriés. E. 2569. R. S. 8-35647 (★).

604-19. **Entretien et réparation des ponts en béton du réseau routier de l'Oregon** (Maintenance and repair of concrete bridges on the Oregon highway system). PAXSON (G. S.); *J. Am. Conc. Inst.* (nov. 1945), p. 105-116. — Description de différents modes de désagréation du béton, des méthodes appliquées et des matériaux employés en Oregon pour la réparation et le remplacement ainsi que la protection contre la détérioration. E. 2005, p. 6 (◇).

605-19. **Un viaduc en béton armé à Stockholm** (A reinforced concrete viaduct at Stockholm). *Conc. Const. Engng.* (févr. 1948), vol. 43, n° 2, p. 41-46, 5 fig. — Le viaduc consiste en un pont à poutre en 1 à 6 travées, d'une longueur totale de 403 m; un pont à tympan d'une portée de 112 m et un pont à 4 travées d'environ 40 m. Caractéristiques du viaduc. Figures donnant les sections transversales et longitudinales. Quantités de matériaux utilisés. Main-d'œuvre. E. 2154 (◇).

606-19. **La reconstruction du pont d'Avignon**. CHOLOUS (J.); *Techn. Mod. Constr.* (févr. 1948), t. 3, n° 1, p. 11-17, 17 fig. — Le pont sous rails d'Avignon à 8 travées continues de 53,4 et 73 m de portée, détruit en 1944 et remplacé par un pont provisoire a été rétabli. Une partie des 4 travées soit 40 % du tonnage a pu être réutilisée par relèvement et séparation. Quatre travées ont été refaites à neuf et mises en place par lancement. E. 2713 (◇).

607-19. **Ponts-dalles avec poutres de rive pour routes à grand trafic. Essais de laboratoire et méthode de calcul proposée** (Highway slab-bridges with curbs : laboratory tests and proposed design method). JENSEN (V. P.), KLUGE (R. W.), WILLIAMS (C. B.); *Univ. Illinois Bull.* (juill. 1943), vol. 40, n° 46, p. 7-86, nombr. fig. E. 3000 (◇).

608-19. **Développements numériques des formules de M. MALLET. [Etude des ponts à quatre poutres. GAUSSENS (J. E.); Travaux (avr. 1948), n° 162, p. 228-232, 11 fig. — Suite de l'établissement de tableaux pour le calcul des ponts à quatre poutres. Influence de la position des entretoises et de la longueur d'un convoi. Influence des encastresments, de la situation des entretoises par rapport aux poutres et de la situation relative des poutres. E. 2599 (◇).**

609-19. **La reconstruction du Pont Eiffel à Conflans**. CAUVY (J.); *Travaux* (avr. 1948), n° 162, p. 247-251, 14 fig. — Ce pont de chemin de fer en travée tubulaire de 90 m d'ouverture construit en 1890, a été détruit en 1940 et en 1944. Il a été reconstruit en trois travées métalliques de 82 m, 96 et 32 m de portée à inertie variable et intrados curviligne avec platelage supérieur en béton armé. La travée centrale a été montée en porte-à-faux par moitié. E. 2599 (◇).

610-19. **Ponts en arcs encastrés. Méthode d'avant-projets**. CHAMBAUD (M. R.); *Ann. Inst. Techn. B. T. P.* (janv. 1948), n° 4, 21 p. — Méthode rapide pour la détermination des dimensions des arcs encastrés pour ponts-routes ou ponts-rails. Une seule formule donne la section de l'arc à la clef et des lois de variation donnent les sections en tous points de la fibre moyenne. Calculs des contraintes dues aux diverses causes par des formules générales. Des tableaux facilitent les calculs et peuvent permettre des interpolations. Applications numériques pour justifier les formules proposées, par l'évaluation des contraintes. Méthode pour le calcul des contraintes dues aux moments du second ordre (flambement). Calcul concret de pont-route. Extension de la méthode aux ponts-rails et examen de l'approximation obtenue. E. 2611 (◇).

611-19. **Le nouveau pont sur le Rhône à Vienne. Construction et reconstruction**. DREYFUSS (G.); *Travaux* (avr. 1948), n° 162, p. 233-241, 31 fig. — Pont en trois voûtes en béton de 26, 46,5 et 108 m de portée en deux anneaux, construites sur cintre métallique, à trois articulations. La grande arche détruite en 1944 a été reconstruite en 1946. E. 2599 (◇).

612-19. **Essais de ponts pour routes à grande circulation** (Testing of highway bridges). *Engineering* (23 janv. 1948), p. 93-94, 8 fig. — Essais entrepris par la Building Research Station pour étudier le comportement des ponts de maçonnerie du type en arc et des ponts métalliques. Tableaux des résultats d'essai pour ces deux types de ponts. Mode opératoire. Remarques sur les poutres en T. Essais sous charge mobile. Comparaison des résultats obtenus sur les deux types de ponts. Cas des ponts comportant des dalles en béton armé supportées par des poutres métalliques. Construction de maquettes pour la poursuite des essais. E. 2749 (◇).

613-19. **La passerelle en bois du Cours-la-Reine à l'Exposition de l'Urbanisme et de l'Habitation**. VRAIN (G.); *Rev. Bois* (mars 1948), vol. 3, n° 3, p. 9-12, 6 fig. — Solution adoptée en raison des conditions de crédits, de délai et de lieu : tablier supérieur porté par 5 poutres parallèles à deux travées continues de hauteur variable et détails sur le profil des membrures, leur composition et celle des âmes et entretoises. Comment ont été réalisés l'exécution des poutres par demi-longueur et en deux phases, puis leur levage. Description des artifices mis en œuvre pour assurer la continuité des deux membrures. Compte rendu des essais dont les résultats ont confirmé les calculs et les hypothèses de base. E. 2514 (◇).

614-19. **Tablier soudé d'un pont-route** (Welded highway deck). *Mc Graw-Hill Digest* (mars 1948), p. 48. — Remplaçant le tablier en cuivre d'un vieux pont-route et rail à 3 travées sur le Mississippi, un système soudé comprenant des pièces de pont à larges ailes et des longerons sur les colonnes existantes a été utilisé pour supporter un tablier grillagé en acier, rempli de béton léger. Une économie d'environ 625 t de poids mort a pu être faite sur une construction d'une longueur de 460 m environ. E. 2355 (◇).

615-19. **Des panneaux en aluminium remplacent le tablier en bois d'un pont** (Aluminium panels replace bridge's wooden deck). *Const. Methods* (avr. 1948), vol. 30, n° 4, p. 109-166, 168, 2 fig. — Le service des routes de l'État d'Arizona a employé des panneaux d'aluminium pour remplacer le tablier en bois, hors d'usage, d'un pont de 200 m de portée sur le petit Colorado. Description de l'ouvrage. Premier tablier en bois en 1912. Second tablier en bois en 1937. Nouveau tablier en aluminium provenant des « surplus » de l'Armée américaine. Description. Gain sur le poids. E. 2729 (◇).

616-19. **Le pont de Williamsburg reçoit deux paires d'appareils d'appui neufs** (Williamsburg bridge gets two pair new shoes). DEUTSCHMAN (N.); *Const. Methods* (févr. 1948), vol. 30, n° 2, p. 86-88, fig. — Le Ministère des Travaux Publics a étudié des appuis à galets de remplacement et imaginé un système pour leur installation rapide de nuit de façon à réduire au maximum les interruptions de circulation. On leva sur vérins chacun des points d'appui et y substitua les nouveaux assemblages, puis on régla leur calage pour la bonne répartition de charges de la travée de rive sur les appareils. E. 2357 (◇).

Entretien et réparation des ouvrages.**Reconstruction.****Modifications. Démolitions.**

617-19. **Point actuel de la Reconstruction, ses perspectives d'avenir.** KERISÉL (J.); *Ann. Inst. Techn. B. T. P.* (avr. 1948), n° 19, 28 p., nomb. fig. — Exposé des dommages et des crédits affectés à la Reconstruction. Reprise de la vie économique dans les régions sinistrées exigeant un acheminement de main-d'œuvre et des constructions provisoires. Travaux préliminaires de déminage, mise hors d'eau et d'amorce de la reconstruction immobilière. Perspectives pour l'année 1948 et méthode de la reconstruction groupée. Perspectives à long terme. La reconstruction est un problème industriel où doit intervenir la préfabrication. E. 3198 (◇).

618-19. **Note sur la consolidation d'un viaduc.** WENDLING (A.); *Publ. Techn. Sci. Ecole Franç. Ing. Beyrouth* (1945), n° 10, p. 35-41, 5 fig. — Description des travaux de consolidation d'un viaduc en Syrie, dont une culée fondée sur une marne altérée, avait subi un enfoncement et un basculement. La solution appliquée a été de faire absorber verticalement, par les murs en retour, une partie de la poussée des terres derrière la culée au moyen d'une dalle en béton armé nervurée. E. 2798 (◇).

619-19. **Deux méthodes spéciales de restauration et de renforcement de structures en maçonnerie** (Two special methods of restoring and strengthening masonry structures). KELLY (J. W.), KEATTS (B. D.); *J. Am. Conc. Inst.* (févr. 1946), p. 289-304. — Des structures et des fondations endommagées par les intempéries, l'érosion, le nettoyage, ont été restaurées et renforcées par le pompage d'un produit stabilisant à base de

ciment dans les faibles interstices et le remplissage des vides plus larges par un gravier qui est alors enrobé sous pression par le produit stabilisant. Application à des structures variées comprenant des ponts, digues et culées, réservoirs, môles et constructions sous-marines. E. 2005, p. 7 (◇).

620-19. **Entretien et réparation des chaussées en béton de ciment Portland** (Maintenance and repair of Portland cement concrete pavement). ANDERSON (A. A.); *J. Am. Conc. Inst.* (avr. 1946), p. 477-492. — Les opérations d'entretien courant, consistent à boucher les fissures et les joints pour empêcher l'infiltration de la boue et de l'eau et à entretenir ces obturations. Procédés d'entretien pour joints à expansion remplis avec des matériaux expansifs ou non, joints à contraction, joints et fissures des constructions sont décrits en détail. Recouvrir un revêtement de béton avec du béton est encore ce qu'il y a de mieux car, quand cela est fait convenablement, les colmatages s'intègrent dans le pavage et ne sont pas inférieurs aux dalles neuves. Discussion des procédés et méthodes. Les méthodes et moyens de protection contre l'écaillage de la surface dans le cas où l'absorption d'air par le ciment Portland n'a pas été utilisée pendant la construction de la route sont également soulignés. E. 2005, p. 8 (◇).

621-19. **Réparation du béton : introduction** (The repair of concrete : an introduction). YOUNG (R. B.); *J. Am. Conc. Inst.* (juin 1946), p. 701-708. — Le diagnostic est essentiel. Le traitement permet la correction des défauts du projet initial, des matériaux employés, de la main-d'œuvre, de la protection contre les éléments destructeurs et l'exposition à leur action, la restauration des dégradations, ou une combinaison de tous ces éléments. L'exécution de la réparation peut quelquefois amener l'emploi d'expédients plutôt que de mesures rationnelles. L'article étudie les agents les plus courants de destruction du béton. E. 2005, p. 10 (◇).

II. — TRADUCTIONS**D'ARTICLES TECHNIQUES EFFECTUÉES PAR L'INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS.**

140. **Résistance et glissement sous charge des ancrages à crochets et des ancrages droits dans le béton de Haydite** (Strength and slip under load of bent bar anchorages and straight embeddings in Haydite concrete). FISHBURN (C. C.); *J. Amer. Conc. Inst.* (déc. 1947), vol. 19, n° 4, p. 289-305, 8 fig. — Cette traduction du résumé et des conclusions de l'article relate les essais d'ancrages faits avec des barres crénelées et des barres lisses. Ils font ressortir l'intérêt des crochets pour les barres lisses et l'intérêt beaucoup moindre des crochets pour les barres crénelées. E. 3059.

148. **La construction des routes dans les installations militaires américaines** (Road construction in U. S. A. military

installations). KNUDSEN (H.); *Civ. Engng* (juill. 1945), vol. 15, n° 7, 7 p. — Le développement rapide des installations militaires américaines a exigé la construction de 40 000 km de routes. A cet effet, la Direction du Génie Américain a édité un manuel traitant de toutes les techniques intéressées et également des critères de construction et de planning corrects. L'analyse de ce document indique qu'il traite des sujets suivants : Règles générales. Consistance des fondations et des revêtements d'après la catégorie de la voie. Emploi des matériaux locaux. Emploi de cendres volcaniques. Cas de fortes circulations de chars. Essais à haute température. Comportement des revêtements. Recommandations générales. Façon de tenir compte du type de véhicules roulant sur le revêtement. E. 3237.

III. — BIBLIOGRAPHIE

Les analyses d'ouvrages mentionnés dans la bibliographie figurent au chapitre I, sous le numéro indiqué en tête de chaque ouvrage.

424-19. **Guide recueil sur la Réglementation des dépôts de substances explosives.** REYMOND (E.). Edit. Dunod, 92, rue Bonaparte, Paris, VI^e (1946), 1 broch. (12 × 15 cm), 36 p. — Dans ce guide pratique : textes réglementaires à consulter, indications sur le choix du dépôt d'après leur durée, l'importance et la nature du stockage; formalités nécessaires pour la demande. Dispositions techniques de l'établissement d'un dépôt exposées en détail. Principales obligations de l'exploitant et particularités. Divers règlements annexes. Enfin, étude de la répression des contraventions et des données essentielles du transport des explosifs. E. 3025.

6-19. **Théories et pratiques du calcul des constructions.** TORDA (G.). Préface de LEBELLE (P.). Ed. Dunod, 92, rue Bonaparte, Paris, VI^e (1948), 1 vol. (22 × 27 cm), 358 p., 201 fig. — Ouvrage de formules et tableaux numériques pour des pièces de construction courantes avec 58 exemples numériques. Equations d'influence pour des effets à calculer dans les différentes pièces de constructions courantes, et tableaux des valeurs numériques. Notions d'influence. Etablissement des équations des lignes d'influence permettant leur utilisation pour les charges permanentes, comme pour les charges mobiles. En application de cette méthode sont successivement donnés les formules et tableaux nécessaires au calcul des cas suivants : Poutres sur deux appuis simples. Consolés. Poutres-consolés. Poutres encastrées d'un côté, librement appuyées de l'autre. Poutres encastrées aux deux extrémités avec moments d'inertie constants ou variables. Poutres continues à travées inégales et à moments d'inertie variables. Poutres continues à travées symétriques. Poutres continues à travées égales et à moments d'inertie constants. Poutres continues à travées inégales et à moments d'inertie variables à l'intérieur même des travées. Poutres continues encastrées aux extrémités. Denivellation des appuis. Poutres continues sur appuis élastiques. Cas du grand nombre de travées égales. Poutres renforcées ou suspendues. Poutres suspendues à plusieurs travées. Théorie et calcul des arcs. Portiques articulés ou encastrés. Calcul des cadres et des pièces annulaires. Poutres évidées (Vierrendel). Les formules sont illustrées par des exemples numériques. E. 3026.

95-19. **Dictionnaire du ciment et de ses divers emplois.** ANSTETT (F.). Edit. Eyrolles, 57, boulevard Saint-Germain, Paris, V^e (1947), 1 vol. 16 × 25 cm de 235 p., 32 fig. — Dans cet ouvrage très complet que l'abondance des sujets traités rend difficile à analyser complètement, le lecteur trouvera tous les renseignements qui concernent les bétons, les mortiers et leurs divers emplois. La présentation dans l'ordre alphabétique permet un usage commode et rapide de l'ouvrage. Etude des agrégats, des liants et leurs propriétés, des bétons, des mortiers, leur fabrication, leurs caractères physiques et chimiques, leur comportement, leurs essais, les appareils d'essai, la vibration et les appareils de vibration, etc. Tous les termes employés dans l'industrie, le bâtiment et les travaux publics et se rapportant à l'usage du ciment sont consignés dans ce dictionnaire avec les renseignements qui s'y rapportent. E. 3404.

8-19. **Résistance des matériaux. Généralités et statique graphique.** MESNAGER (J.), LESCAIL (R.). *Cours de Constructions Civiles* (Conserv. Nat. Arts et Mét.). Edit. Scientifiques RIBER, 117, boulevard de Sébastopol, Paris, II^e, 1 vol. (21 × 31 cm), 188 p., 213 fig. — Après quelques généralités sur le but et les problèmes de la résistance des matériaux, cet ouvrage traite de la statique graphique. On y trouve : 1° La théorie des polygones funiculaires et dynamiques, leur application à la représentation des moments et des efforts tranchants, la recherche des centres de gravité et moments d'inertie, leur utilisation dans le cas de charges continues, le tracé des lignes de poussées et l'utilisation à l'intégration graphique et au tracé des courbes intégrales; enfin, l'application aux moments d'ordre n , et aux isoclines; 2° La détermination des efforts dans les systèmes réticulés par les méthodes de CREMONA, de CULMANN et de RITTER et l'appli-

cation des déformations; 3° La détermination des centres de gravité de figures usuelles et des déterminations des moments d'inertie usuels et pour des profils quelconques ainsi que dans le cas du béton armé. En annexe, est traité l'application particulière des méthodes de RITTER et de CREMONA à la recherche des efforts maxima dans les barres d'un système triangulé soumis à une seule charge modèle. E. 3082.

9-19. **Résistance des matériaux. Elasticité.** MESNAGER (J.), LESCAIL (R.). *Cours de Constructions Civiles* (Conserv. Nat. Arts Mét.). Edit. Scientifiques RIBER, 117, boulevard de Sébastopol, Paris, II^e, 1 vol. (21 × 31 cm), 76 p., 81 fig. — Après des considérations générales sur la constitution des corps solides, l'auteur étudie les contraintes et l'équilibre intérieur des corps continus, la variation de la contrainte autour d'un point et la détermination de la contrainte sur un plan quelconque. Une discussion suit montrant l'existence de plans de cisaillement nul. Après avoir établi l'équation de l'ellipsoïde de LAME, l'auteur examine ensuite les formes particulières de cet ellipsoïde et montre comment la surface des contraintes normales de Cauchy et la surface directrice des contraintes peuvent être obtenues. Il étudie également la représentation de MOHR et en donne la démonstration analytique et géométrique. L'application de cette représentation est donnée pour les systèmes à deux dimensions et dans le cas de la superposition de deux systèmes de contraintes situés sur un même plan. Différents cas particuliers sont examinés et une démonstration géométrique de l'existence des cercles est finalement donnée. E. 3083.

10-19. **Résistance des matériaux. Elasticité.** MESNAGER (J.), LESCAIL (R.). *Cours de Constructions Civiles* (Conserv. Nat. Arts. Mét.). Edit. Scientifiques RIBER, 117, boulevard de Sébastopol, Paris, II^e, 1 vol. (21 × 31 cm), 222 p., 170 fig. — Dans cette partie de son cours d'élasticité l'auteur après avoir étudié les déformations des corps, leur nature et leurs surfaces, les relations qu'elles ont avec les contraintes aborde le problème général d'élasticité. Il établit les équations de continuité et traite du nombre de solutions des problèmes d'élasticité. Il examine ensuite le cas de l'élasticité plane et montre les possibilités d'utilisation des coordonnées polaires et semi-polaires pour l'étude de ces problèmes. Considérant certaines applications particulières il aborde le problème de l'équilibre d'une couche sphérique épaisse, celui d'un tube cylindrique épais ainsi que celui du barrage à gravité. Il indique ensuite une méthode pour la résolution de la solution générale des problèmes d'élasticité à 3 dimensions et termine par un exposé de la théorie de l'énergie et du potentiel de déformation et l'expression du travail de déformation. E. 3084.

75-19. **Dictionnaire technique.** SCEREPY (St.). Edit. Fovaros Konyvkiado (K. F. T.). Budapest [Hongrie] (1947), 244 p. — Termes techniques du Bâtiment et des Travaux Publics, en hongrois-anglais et anglais-hongrois. E. 2816.

76-19. **Mesures américaines, mesures britanniques, mesures métriques.** CÜSSET (F.). Edit. Blondel La Rougery, 7, rue Saint-Lazare, Paris, IX^e, 1 vol. (16 × 23 cm), 144 p. — Cet ouvrage de métrologie est destiné à permettre la conversion facile, en mesures métriques, des unités anglo-saxonnes et inversement. Il est divisé en six fascicules relatifs aux mesures de longueurs, de superficies et volumes, de capacités, de masses et forces, de quantités d'énergie et de travail, de pressions et de températures. Dans chaque fascicule sont rappelés les unités, symboles et valeurs des unités métriques, des unités anglo-américaines et éventuellement des unités particulières à la Grande-Bretagne et aux Etats-Unis. Les unités les plus courantes font ensuite l'objet de tables de conversion. Premier fascicule : Tables de conversion des pouces et fractions de pouce, pieds, yards, milles terrestres et marins, en mesures métriques. Deuxième fascicule : tables de conversion des pouces, pieds et yards carrés, pouces, pieds et yards cubes en mesures métriques. Troisième fascicule : Tables de conversion des gallons britanniques et des gallons américains en litres, des gallons britanniques en gallons améri-

cains et des milles par gallon britannique et par gallon américain en litres aux 100 km. Quatrième fascicule : Tables de conversion des livres « avoir du poids » en kilogrammes, des tonnes anglaises et américaines en tonnes françaises, des tonnes anglaises en tonnes américaines. Tables de conversion des poundals, des livres-poids et tonnes-poids anglaises et américaines en millisthenes, sthenes et kilogrammes-poids. Cinquième fascicule : Tables de conversion des poundals-pieds et des livres-pieds en joules et kilogrammètres, des livres-pieds par minute en watts, des H. P. en watts et kilowatts ou en CV. Sixième fascicule : Tables de conversion des pouces et pieds d'eau en piézes, des millimètres de mercure en pouces de mercure, des millibars en pouces de mercure, des livres par pouce carré et par pied carré en piézes, des tonnes anglaises et américaines par pied carré en hectopiézes par millimètre carré. Conversion des degrés Fahrenheit en degrés centésimaux. E. 3436.

251-19. **Le soudage électrique par résistance. Soudage par points, soudage à la molette, soudage en bout.** NEGRE (J.). Publications de la soudure autogène, 39, rue d'Amsterdam, Paris (1948), 1 vol. (16 × 24 cm), 432 p., 105 fig. — Après une première partie de généralités sur l'histoire du soudage électrique par résistance, la classification des divers procédés de soudage et leur développement dans un grand nombre d'industries, ainsi que le rappel de quelques notions élémentaires d'électricité. Exposé dans une deuxième partie, du soudage électrique par points. Premières notions : le principe des machines, la théorie, les possibilités, la résistance des soudures et leur calcul, la consommation d'électricité et le calcul. Étude des paramètres d'une opération (pression, puissance, intensité, temps) et leurs relations et enfin, le matériel de soudage par points et son choix. La troisième partie consacrée au soudage à la molette examine les principes et les possibilités du procédé, envisage les divers paramètres et décrit le matériel et le choix. La quatrième partie donne les indications du même ordre pour le soudage électrique en bout. Enfin, dans la cinquième partie, on trouve l'étude de quelques problèmes de soudage relatifs à certains métaux tels que les divers aciers au carbone, aciers inoxydables, aluminium, et ses alliages, cuivre, laiton, magnésium, maillechort, nickel, etc. E. 2934.

38-19. **Calcul des éléments de construction** (Elementary structural analysis). WILBUR (J. B.), NORRIS (Ch. H.); Mc Graw-Hill Book Company, Inc (1948), 523 p., 352 fig. — Manuel élémentaire donnant la solution des principaux problèmes de résistance des matériaux : Étude des structures. Poids morts et charges permanentes ou variables. Forces mises en jeu. Construction des systèmes. Contreventements. Facteurs de sécurité. Réactions sur les supports. Équilibre statique. Équations de conditions. Calcul des réactions. Exemples. Moments fléchissants. Efforts de cisaillement. Courbes. Exemples. Poutres statiquement indéterminées. Fermes. Méthodes des nœuds et des sections. Systèmes articulés. Exemples. Charpentiers rigides. Statique graphique. Composition des forces. Méthode des trois forces. Polygone funiculaire. Déterminations graphiques. Lignes d'influence. Poutres en I. Diagramme des moments. Application aux poutres triangulées. Structures pour ponts et toitures. Analyse générale. Ponts mobiles et basculants. Ponts éleveurs. Ponts biais. Structures à grande portée. Systèmes cantilever. Arcs à 3 articulations. Ponts suspendus. Ossatures à 3 dimensions. Calcul des réactions. Théorèmes. Tours. Structures à gravité. Efforts dans un barrage. Détermination du profil. Effets de la pression hydraulique. Câbles. Théorème général. Câble uniformément chargé. Élasticité. Haubannages. Ponts suspendus statiquement déterminés. Structures statiquement indéterminées. Conditions requises. Systèmes complexes. Efforts dus aux charges verticales et latérales. Méthodes Portal, cantilever, des facteurs. Fléchissement des structures. Déplacements virtuels. Fléchissement des fermes. Méthodes de la charge élastique de WILLIOT-MORH, barre-chaine. Théorème de CASTIGLIANO. Loi de MAXWELL et de BETTI. Analyse des efforts dans les structures indéterminées. Équations de superposition. Lignes d'influence. Théorème du moindre effort. Équation des trois moments. Méthode du fléchissement incliné. Méthode de la distribution des moments. Efforts secondaires. Charges symétriques et anti symétriques. Lignes d'influence pour les structures statiquement indéterminées. Principe de MÜLLER-BRESLAN. Autres structures. Avions. Tripode d'atterrissage. Navires. Analyses sur modèles. Maquettes. Méthodes d'analyse d'efforts sur maquettes. Procédés indirects. Méthode de BEGGS. Déformemètre des moments. Indicateur des moments. Principes de similitude. Autres applications des modèles de structures. Méthode photo-élastique. Distribution des efforts révélée par mesure de tensions superficielles. E. 3154.

Techniques de l'Ingénieur. — Cette publication est éditée par la Société « Techniques de l'Ingénieur », 26, place Dauphine, Paris, sous la direction de M. MONTEIL, directeur honoraire de l'École Centrale des Arts et Manufactures, sous forme de fascicules mobiles mis périodiquement au point. Les deux premiers volumes parus concernent les généralités théoriques, les généralités pratiques et les matériaux industriels. Le volume « Mécanique et Chaleur » doit paraître incessamment et le volume « Construction » est en préparation. Il est prévu cinq volumes de 5 à 600 pages 25 × 30 cm.

Le premier volume de généralités a trait aux *Généralités théoriques* et comprend les matières suivantes : Unités françaises et étrangères (C. MONTEIL); Mathématiques (A. SAINTE-LAGUE). Mécanique (L. NISOLE). Physique (P. BASTIEN). Résistance des matériaux (E. CALLANDREAU). Les principaux théorèmes sont rappelés sans démonstration et les formulaires très étendus ainsi que de nombreuses tables numériques seront un précieux instrument de travail pour les ingénieurs.

Le second volume de généralités contient des sujets très variés, répartis en deux parties principales :

1° *Généralités pratiques* : Document et documentation (DE TURKEIM et G. COUET). Écoles et groupement des cadres de l'industrie (A. MARTY). L'Ingénieur et les Hommes (P. PLANUS). L'Organisation industrielle (F. LAVAGNE). Orientation et sélection professionnelles (S. VALLÉE). Brevets (A. CASALONGA). La normalisation (E. LHOSTE). La sécurité (R. ROISSE). L'emballage (J. LEPETIT). Les transports (H. CHOMEL). Données météorologiques (J. VIALAR);

2° *Matériaux industriels*, qui constituent une revue générale de tous les produits utilisés dans l'industrie, à l'exception des métaux qui seront traités dans le volume « Métallurgie » : a) *Matériaux de construction*, sous la direction de J. DEMARET; matériaux pierreux (G. DEBES); briques, tuiles (V. BODIN); mortiers, bétons et plâtre (G. DEBES); liants hydrauliques (H. LAFUMA); matériaux d'étanchéité (A. MEUNIER); le bois (J. CAMPREDON); tubes, tuyaux, tôles. b) *Matériaux relatifs à la chaleur*, sous la direction de M. VERON; l'eau (R. RATH); le verre (B. LONG); produits céramiques fins (P. BRÉMOND); matériaux calorifuges, isolants et réfractaires (Y. LETORT et A. NESSI); combustibles solides (H. CASSAN); combustibles liquides et lubrifiants (L. JACQUE, J. PATOUILLET et J. CROFF). c) *Matériaux relatifs à la chimie* : produits chimiques (CL. DUVAL); explosifs (A. GALLOT); peintures et vernis (H. RABATÉ); caoutchouc (R. WALTER); matières plastiques (P. DUBOIS). d) *Textiles* : textiles (O. ROEHRICH); papiers et cartons (M. ARIBERT et H. LAFUMA); cordages (G. ALLAIRE); fils et câbles d'acier (P. A. HUSSON); matériaux pour joints (P. JEAN-BAPTISTE). e) *Densités industrielles*.

Dans les signatures de ces articles autant que dans les noms des chefs de rubriques, on reconnaît le souci de présenter des textes mûris par des praticiens bien spécialisés chacun dans son sujet particulier. Il est possible de prendre librement une connaissance plus détaillée de ces volumes chez l'éditeur, 26, place Dauphine à Paris (1^{er}). Avec l'accord des « Techniques de l'Ingénieur » des fascicules spécimens seront envoyés gratuitement à nos adhérents éloignés de Paris qui leur en feront directement la demande.

4-19. **Des maisons où l'on peut vivre** (Von Bauen und Wohnen). ARTARIA (P.). B. Wept et Co éd., 165 p. (1944). E. 1626, 31/49.

34-19. **Théorie des plaques et des parois** (Theory of plates and shells). TIMOSHENKO (S.), Mc Graw-Hill Book Cny Inc. (1940), 492 p. E. 1636, 41/18.

41-19. **Formules pour les contraintes et les déformations** (Formulas for stress and strain). ROARK (R. J.), Mc Graw-Hill Book Cny Inc. (1943), 366 p. E. 1636, 41/19.

42-19. **Lignes d'influence : leur emploi pratique dans le calcul des ponts** (Influence lines their practical use in bridge calculation). STEWART (D. S.), Constable and Co. Ltd. (1947), 209 p. E. 1913, 80/24.

128-19. **Les principes du drainage du terrain** (The principles of field drainage). NICHOLSON (H. H.), Univ. Press. (1946). E. 1194, 65/24.

212-19. **La construction en pierre** (Stonework). NICHOLS (T. B.). Crosby Lockwood éd. (1938). E. 1633, 38/49.

239-19. **Manuel du charpentier, menuisier** (The practical carpenter and joiner). Odhams Press. Ed. (1946), 448 p. E. 1913, 80/31.

242-19. **Les colles à bois.** VILLIERE (A.), DE LEEUW (J.). Ed. de la Revue du Bois, 40, rue du Colisée, Paris (avr. 1948), 68 p., 6 fig. E. 2667.

246-19. **Etude pratique des structures simples en acier. Vol. II, poutres, piliers, fermes, ponts, etc.** (Practical design of simple steel structures. Vol. II, girders, columns, trusses, bridges, etc.). STEWART (D. S.). Constable et Co. (1947), 287 p. E. 1913, 80/30.

367-19. **Guide du froid et du conditionnement des locaux.** GHILARDI (F.) 1^{re} édit. 1947. - 1 vol. (16×24 cm.) 450 p., fig., édit. Olivier Lesourd, 252, Fbg St-Honoré, Paris. E. 2307. p. 349.

468-19. **Bâtiments de fermes** (Farm buildings). WOOLEY (J. C.). Mc Graw-Hill Book Co. Inc. (1946), 354 p. E. 2224, 81/53.

557-19. **Revêtement mécanique en béton de terre des talus d'un canal** (Soil-cement canal liner placed mechanically). Mc Graw-Hill Digest (mars 1948), p. 18. E. 2355.

614-19. **Tablier soudé d'un pont-route** (Welded highway deck). Mc Graw-Hill Digest (mars 1948), p. 48. E. 2355.

IV. — BREVETS

Sélection portant sur les brevets nos 933.501 à 939.460 d'après le bulletin officiel de la propriété industrielle n° 3.327 du 5 février 1948 au n° 3.343 du 27 mai 1948.

Pour toute demande de brevets, désigner les fascicules par leur numéro de publication et adresser directement la commande, accompagnée de son montant, à l'Imprimerie Nationale, Bureau de Vente, 27, rue de la Convention, Paris (XV^e). Les prix sont actuellement de 15 fr, plus 2 fr de port par brevet.

Construction travaux publics et privés.

Matériaux et outillage.

933.513 (Aj.). — 4 sept. 1946. MAZET (C. C.). Éléments pour la réalisation de constructions préfabriquées.

933.517 (Aj.). — 5 sept. 1946. PENITOT (J. A. C.). Couverture d'habitation en forme de losange avec fixation.

933.518 (Aj.). — 5 sept. 1946. IZABEL (D.). Procédé de construction et matériaux préfabriqués en permettant la réalisation.

933.658. — 16 sept. 1946. CHERIGNE (P.), DUCHÈNE (R.). Système de construction de murs.

933.712. — 18 sept. 1946. MATTEI (N.). Procédé de couverture pour bâtiments et élément de construction propre à son application.

933.744. — 20 sept. 1946. VO DOAN (C.). Perfectionnements aux éléments de couverture en amiante-ciment.

934.015. — 28 sept. 1946. MATTEI (N.). Construction en éléments préfabriqués et leur application.

934.028. — 30 sept. 1946. MATTEI (N.). Plaque préfabriquée et son application à la construction et à la clôture.

934.036. — 30 sept. 1946. Soc. : Paptex. Matériau pour couverture et tous revêtements de surfaces, à base de carton imprégné et métallisé et procédé de fabrication de ce matériau.

934.040. — 30 sept. 1946. BROTTENBERG (W.). Perfectionnements aux éléments de parois de moulage.

934.085. — 1^{er} oct. 1946. LEBRETON (J. B. M. J.). Béton argileux d'écorces de résineux.

934.211. — 7 oct. 1946. PENOT (V.). Mode de construction à l'aide d'éléments préfabriqués.

934.267 (Aj.). — 18 sept. 1946. DELAVIE (J. R.). Éléments pour la construction de planchers ou analogues et planchers obtenus à l'aide de ces éléments.

934.327 (Aj.). — 24 sept. 1946. PERRÉAU (J. P. L.). Panneaux préfabriqués, éléments pour la construction de tels panneaux et leurs applications.

934.328 (Aj.). — 24 sept. 1946. DAVIDOFF (D.). Perfectionnements apportés aux constructions établies à l'aide d'éléments préfabriqués.

934.399. — 9 oct. 1946. LO PRESTI (D.). Hourdis à emboîtement ou enclavement.

934.400. — 9 oct. 1946. LO PRESTI. Éléments préfabriqués pour constructions rapides.

934.464. — 11 oct. 1946. CONOD (F.). PALTENGI (C.). Matériau de construction et son procédé de fabrication.

934.477. — 11 oct. 1946. LECHNER (H.). Perfectionnements apportés aux ossatures pour bâtiments.

934.499. — 14 oct. 1946. ROLLAND (M. J. A.). Type de moellons agglomérés pour construction rapide de bâtiments de tous usages.

934.554 (Aj.). — 27 sept. 1946. OREFICE (G.). Procédé pour la fabrication de tuyaux en ciment armé centrifugé et vibré et machine s'y rapportant.

934.650 (Aj.). — 4 oct. 1946. SAULNERON (B.). Perfectionnements aux éléments préfabriqués servant à la construction de bâtiments, procédé pour leur utilisation et produits en résultant.

934.715 (Aj.). — 10 oct. 1946. BEAUPÈRE (H. H.). Élément moulé pour la constitution de planchers, et planchers obtenus à l'aide de cet élément.

934.734 (Aj.). — 11 oct. 1946. GAUCHEY (G. H.). Procédé de préparation de matériaux cellulaires.

934.739 (Aj.). — 11 oct. 1946. MILLE PAILLIER (T.). Perfectionnements aux procédés de fabrication des matériaux d'isolation à base principalement de liants hydrauliques, de plâtre, etc... et matériaux obtenus par ledit procédé.

934.745 (Aj.). — 11 oct. 1946. LEVIE dit : LEVIER (S.). Perfectionnements apportés aux liants calciques et à leur utilisation pour l'obtention d'agglomérés.

934.749 (Aj.). — 12 oct. 1946. Soc. dite : Coframet. Armature pour béton armé.

934.985. — 21 oct. 1946. SCHUMACHER (P.). Élément de construction.

935.013. — 22 oct. 1946. TROLLER (B.). Carreau de construction.

935.238 (Aj.). — 18 oct. 1946. BRUZAC (J. F. A.). Matériau de construction.

935.255 (Aj.). — 19 oct. 1946. CHABAL (A. J. H.). Matériau de construction.

935.398. — 30 janv. 1946. BENBUNAN (J.). Moellon claveté.

935.403 (Aj.). — 26 sept. 1946. STEVENS (A. F.). Éléments de construction de planchers.

935.500. — 31 oct. 1946. VEY (G.). Produit d'imperméabilisation pour bétons, mortiers, ciments et objets fabriqués avec ce produit et ces matériaux.

935.557. — 4 nov. 1946. Soc. dite : C. Constante Ltd. Éléments préfabriqués à utiliser dans la construction des immeubles.

- 935.642. — 7 nov. 1946. DE VILLÈLE (P. V.), DE VILLÈLE (G. P. M. J.). Procédé de préparation d'une masse durcissable à l'air destinée à la construction.
- 935.724 (Aj.). — 4 nov. 1946. FEIGE (C.). Procédé de fabrication de cylindres en béton armé dans lesquels les armatures sont soumises à des tensions, et coffrage pour ce procédé.
- 935.779. — 8 nov. 1946. BIRKEL (R.). Panneau de construction.
- 935.829. — 12 nov. 1946. SMITH (W. R.). Procédé de fabrication de panneaux muraux durs, à partir de sciure de bois ou d'autres déchets celluloseux.
- 935.892. — 14 nov. 1946. PRADINES (S. J. B.). Aggloméré pour constructions armées.
- 935.903. — 14 nov. 1946. SLAYTER (C.). Produits fibreux, procédé et appareil pour les fabriquer.
- 935.918. — 15 nov. 1946. SCHMITT (M.). Aggloméré à base de sciure de bois et son procédé de fabrication.
- 935.972. — 18 nov. 1946. Soc. : I. P. C. Cny Inc. Produit et objets analogues au ciment et non glissants.
- 935.994. — 18 nov. 1946. GUYON (A.). Construction élastique et éléments pour sa réalisation.
- 935.740 (Aj.). — 18 juin 1945. RENARD (V.). Éléments préfabriqués pour la construction.
- 936.163 (Aj.). — 19 nov. 1946. TEILLET (M.). Éléments préfabriqués et leur application à la construction rapide de murs, parois, etc.
- 936.174. — 10 août 1945. Soc. An. des Manufactures des Glaces et Produits Chimiques de Saint-Gobain, Chauny et Cirey. Béton armé avec armature en verre.
- 936.181. — 26 août. Soc. an. dite : Soc. Technique pour l'Utilisation de la Précontrainte (S. T. U. P.), Procédés FREYSSINET. Procédé et appareillage de fabrication de pièces courtes en béton précontraint telles que les traverses de chemins de fer et pièces analogues.
- 936.773. — 11 sept. 1946. KNOBLOCH (V.). Procédé et dispositif pour assembler des éléments préfabriqués en béton armé.
- 937.039. — 21 juill. 1944. Soc. dite : Soc. d'Études pour la Construction et la Réparation des Ouvrages Métalliques (S. E. C. R. O. M.). Perfectionnements dans la construction métallique ou mécanique.
- 937.055. — 19 déc. 1945. WAGNER (F.). Jeu de pierres pour la construction d'une ossature en béton pour bâtiments.
- 937.090. — 4 nov. 1946. DYONNET (G.). Éléments préfabriqués de couverture démontable en béton armé.
- 937.121. — 6 nov. 1946. SOULIER (J.). Perfectionnements apportés aux palplanches métalliques coffrées et procédé pour leur utilisation.
- 937.185. — 20 déc. 1946. WAARDS (H. F.). Procédé de fabrication de plaques ou panneaux composés.
- 937.300 (Aj.). — 10 déc. 1946. GAILLOL (J. M.). Procédé de construction des murs extérieurs de bâtiments et éléments de construction pour la mise en œuvre de ce procédé.
- 937.301 (Aj.). — 10 déc. 1946. GAILLOL (J. M.). Éléments de construction pour l'établissement des sous-toitures de bâtiments.
- 937.360 (Aj.). — 14 déc. 1946. ARNOULT (F.). Procédé de fabrication d'éléments moulés en béton armé et moules pour ce procédé.
- 937.372 (Aj.). — 16 déc. 1946. Soc. dite : Cie Fse Blaw-Knox (Soc. an.). Coffrage perfectionné pour parements en béton.
- 937.402 (Aj.). — 19 déc. 1946. WEITZEL (R.). Perfectionnements aux procédés de construction au moyen de pièces lamellaires.
- 937.444. — 24 août 1945. VAN ALKEMADE (H. D.). Treillis, et plus particulièrement échafaudage de construction, composé d'éléments longitudinaux et de montants.
- 54.279/887.428. — 25 août 1942. Soc. dite : Éts Nouzières Frères et Cie (Soc. à r. l.). Éléments hétérogènes de charpente ou de couverture.
- 937.552. — 30 août 1946. MËLLET (J. J. G.). Éléments de construction agglomérés.
- 937.557. — 17 sept. 1946. CAFFIN (A.), LOUIS (R.). Procédé et agrafe pour relier entre elles les armatures de béton armé.
- 937.585. — 5 déc. 1946. HEMMINGEN (T. V.). Disposition de pièces de construction en fer, acier ou autres métaux soudables.
- 637.621. — 21 déc. 1946. Soc. dite : Paul Ferre et Cie (Soc. à r. l.). Agglomérés à faible retrait, procédés de mise en œuvre et ouvrages obtenus.
- 937.622. — 21 déc. 1946. DANA (R.). Éléments de construction préfabriqués.
- 937.623. — 21 déc. 1946. WEBER (A. O.). Éléments de construction isolant.
- 54.319.921.542 (Aj.). — 21 déc. 1945. STEVENS (A. F.). Éléments de construction en céramique.
- 937.866. — 17 déc. 1946. DOBELL (C.). Perfectionnements apportés aux procédés et dispositifs pour obtenir des éléments et constructions en béton.
- 938.121. — 3 déc. 1946. GUEZ (A.). Éléments préfabriqués pour constructions.
- 938.134. — 30 déc. 1946. GAUDAS (F.). Procédé de construction.
- 938.134. — 30 déc. 1946. GAUDAS (F.). Procédé de construction de poutres et planchers, et éléments préfabriqués pour cette construction.
- 938.146. — 31 déc. 1946. TONACINI (E.), TONACINI (A.). Revêtement pour constructions.
- 938.148. — 23 déc. 1946. DELECAMBRE (E.). Nouveau mode de construction rapide de bâtiments par éléments préfabriqués.
- 938.294. — 7 août 1946. Soc. dite : Owens Corning Fiberglas Corporation. Éléments de construction.

Voierie, ponts et routes, quais, phares, écluses.

- 935.451. — 30 oct. 1946. PITROIS (G.). Système de construction d'égouts.
- 935.721 (Aj.). — 4 nov. 1946. Soc. dite : Soc. An. Le Solidit Français. Procédé pour l'établissement de revêtements routiers ou autres pour construction d'un sol présentant les conditions optima.
- 936.313. — 26 nov. 1946. MATHON (J. C.). Structures ou courbes en briques creuses et béton ou ciment armé.
- 937.087. — 11 oct. 1946. Soc. Marseillaise des Entreprises CHAUFOUR-DUMÉZ. Panneau d'étanchéité permettant le travail à sec derrière une paroi verticale noyée et jonction de plusieurs de ces panneaux.
- 937.203. — 23 déc. 1946. HODGSON (E. S.). Perfectionnements aux armatures métalliques visant plus particulièrement la réalisation de chaussées et charpentes en béton armé.
- 937.634. — 24 déc. 1946. Soc. an. dite : Anciens Éts Joseph, Paris. Verrou pour portes d'écluses.

Travaux d'architecture, aménagements intérieurs, secours contre l'incendie.

- 933.527 (Aj.). — 6 sept. 1946. Soc. Hernaud (Soc. à r. l.). Joints entre panneaux.
- 933.564 (Aj.). — 11 sept. 1946. REYNARD (C.). Perfectionnements apportés aux châssis de fenêtres en profils.
- 933.628. — 13 sept. 1946. VIARD (R. H.). Charpente préfabriquée, légère, économique pour constructions ordinaires et pour hangars.
- 933.660. — 16 sept. 1946. MATTEI (N.). Bloc-croisée.
- 933.711. — 18 sept. 1946. RIOL (A. E.). Procédé de construction rapide des murs et cloisons, et matériaux servant à son exécution.
- 933.713. — 18 sept. 1946. MATTEI (N.). Procédé de construction de hourdis.
- 933.807. — 23 sept. 1946. BALLIS-EPARS (E.). Plancher pour cuisines, salles de bains, laboratoires, salles d'opérations, etc.

- 933.809. — 23 sept. 1946. TORDO (C.). Système de construction de murs au moyen d'agglomérés creux.
- 933.857. — 25 sept. 1946. LE LOUER (J. M.). Ossature en béton avec garniture en terre pour la construction de bâtiments d'habitation et ouvrages similaires.
- 933.863. — 25 sept. 1946. GOBIET (A.). Mode de construction massive rapide.
- 934.039. — 30 sept. 1946. Soc. d'Applications Industrielles du Béton et du Béton armé. Mode de construction à partir d'éléments préfabriqués en béton armé et précontraint.
- 934.050. — 30 sept. 1946. VANELLE (A.). Transformation de toitures-terrasses.
- 934.097. — 2 oct. 1946. MONTI (A.). Perfectionnements apportés à la construction de hangars.
- 934.255 (Aj.). — 17 sept. 1946. ACCORSI (A.). Perfectionnements à la construction des toitures.
- 934.262 (Aj.). — 17 sept. 1946. Soc. dite : Soc. an. « Ruberoid ». Procédé de couverture.
- 934.602 (Aj.). — 2 oct. 1946. BONNECHAUX (G.). Perfectionnement à la construction des hangars métalliques.
- 934.724 (Aj.). — 10 oct. 1946. Soc. dite : Soc. Industrielle de Constructions. Procédé d'assemblage de pièces de charpente et broche servant à l'exécution de ce procédé.
- 934.744 (Aj.). — 11 oct. 1946. DURAND (L. P.). Élément préfabriqué pour la construction de planchers démontables ou fixes.
- 934.777. — 2 août 1945. Soc. dite : The London Ferro-Concrete Cny Ltd et Munz (S.). Procédé de construction de planchers, murs ou éléments de construction similaires en béton et éléments de construction ainsi obtenus.
- 934.778. — 2 août 1945. Soc. dite : The London Ferro-Concrete Cny Ltd et Munz (S.). Nouveau procédé de construction de bâtiments, ossatures et éléments utilisés par ce procédé et constructions en résultant.
- 934.857. — 16 oct. 1946. GUILBAULT (E.). Construction en panneaux standard préfabriqués sans poteaux de soutien.
- 934.858 (Aj.). — 16 oct. 1946. GIOVANNONI (J. A.). Poutre de plancher.
- 934.949. — 18 oct. 1946. MAGNE (C. L. P.). Construction de parois.
- 934.986. — 21 oct. 1946. SCHUMACHER (P.). Bâtiment.
- 935.258 (Aj.). — 21 oct. 1946. CONSTANT (M.). Planchers en éléments préfabriqués et procédés et matériaux de construction de ce plancher.
- 935.323 (Aj.). — 25 oct. 1946. COLLET (L. E. G.). Dispositif pour la fixation des aspirateurs en fibro-ciment sur les cheminées.
- 935.410. — 28 oct. 1946. DEJOUANY (L. P. J.). Procédé pour constructions de murs.
- 935.454. — 30 oct. 1946. PONZANI (C.). Procédé de construction d'édifices au moyen d'éléments préfabriqués en béton armé.
- 935.575. — 4 nov. 1946. HAUTECŒUR (A. O. L.). Maisons préfabriquées montées à sec par éléments creux en béton avec circulation d'air intégrale et carcasse en béton armé coulée à l'intérieur après montage.
- 935.580. — 5 nov. 1946. MATZ (W.). Plaque de construction légère et bâtiment construit avec de telles plaques.
- 935.597. — 5 nov. 1946. KRAVITZOFF (W. A.). Perfectionnements aux planchers en éléments préfabriqués.
- 935.669 (Aj.). — 28 oct. 1946. Soc. dite : Ets Ad Mischler (Soc. à r. l.). Perfectionnements aux blocs-croisées employés dans le bâtiment.
- 935.670 (Aj.). — 28 oct. 1946. BANET (M. L. F. E.). Mode de construction par éléments préfabriqués.
- 935.817. — 12 nov. 1946. FRATUCCELLO (A.). Plancher isotherme sans coffrage.
- 936.011. — 19 nov. 1946. VALLIER (C. L.). Construction bâtie en matériaux durs avec emploi de panneaux ou moellons moulés, double parois et préfabriqués et armés.
- 936.012. — 19 nov. 1946. KURZELER (J.). Procédé d'isolement d'espaces creux.
- 936.029 (Aj.). — 6 nov. 1946. SIGNORET (P.). Système de construction par assemblage d'éléments préfabriqués.
- 936.059 (Aj.). — 8 nov. 1946. RAVERY (E. A. J.). Charpente auto-porteuse, convenant particulièrement aux sheds.
- 936.212. — 20 nov. 1946. Soc. dite : Paul Ferre et Cie (S. A. R. L.). Murs creux, ou alvéolaires en maçonnerie et procédé pour les obtenir.
- 936.440. — 3 déc. 1946. DLOUHY (J.), SIEBER (E.). Perfectionnements aux constructions en briques.
- 936.535. — 9 déc. 1946. SERREDI (G.), SERREDI (R.). Système de couverture de toit en terre cuite avec dalles et tuiles tréfilées.
- 936.739. — 8 août 1946. CASTELLI (E.). Ouvrage de maçonnerie comprenant des éléments en terre cuite ou autres, capables d'être différemment combinés pour former des murs droits ou bien des arcs et des voûtes.
- 936.907. — 12 déc. 1946. LONDAIS (R.). Procédé de construction rapide.
- 936.986. — 16 déc. 1946. BOYER (D. G.). Dispositif de couverture et constructions munies de ces couvertures.
- 937.133. — 18 déc. 1946. HEPHER (W. E.). Perfectionnements apportés aux fenêtres.
- 937.277 (Aj.). — 7 déc. 1946. DUMONT (P.), VENTRE (G.), DUMONTANT (S.). Nouveau procédé de construction.
- 937.288 (Aj.). — 9 déc. 1946. DIOT (G.). Nouveau matériau goudronné pour toiture.
- 937.302 (Aj.). — 10 déc. 1946. CAILLOL (J. M.). Perfectionnements apportés à la construction des planchers pour bâtiments.
- 937.359 (Aj.). — 14 déc. 1946. Soc. dite : Grignon, Colas et Cie (Soc. à r. l.). Perfectionnements aux procédés de construction.
- 937.434 (Aj.). — 24 déc. 1946. DESRUE (P. C.), MONIN (A.). Plancher en bois constitué au moyen d'éléments fabriqués à l'avance.
- 937.579. — 5 déc. 1946. BERTHAUD (L. P. E.). Ferrure à broches amovibles pour assemblages du bois.
- 937.593. — 9 déc. 1946. SERREDI (G.), SERREDI (R.). Plafonds à chambre à air pour grandes portées.
- 937.597. — 9 déc. 1946. Soc. dite : Western Engineering Cny. Perfectionnements aux stores mobiles.
- 937.643. — 24 déc. 1946. Soc. dite : Keranos A. G. Escalier en béton revêtu de plaques et procédé pour sa fabrication.
- 937.679. — 28 déc. 1946. CIARLINI (L.). Mode de construction de bâtiments ayant leurs éléments essentiels préfabriqués.
- 937.687. — 28 déc. 1946. MIALAUD DE COURCY (L.). Fenêtre.
- 937.860. — 17 déc. 1946. PLUNTZ (M. V. G. Y.). Procédé rendant phosphorescents les prises de minuteriers et des sonneries électriques, les serrures, et généralement tous objets ou emplacements d'utilisation courante.
- 937.870. — 18 déc. 1946. Soc. dite : Geo. W. King Ltd et King (H. W. M.). Porte coulissante.
- 938.075. — 31 déc. 1946. LUFT (G.). Méthode rationnelle pour la construction en maçonnerie et sa réalisation.
- 938.080. — 31 déc. 1946. MUTERS (C. G.). Dispositif pour l'assemblage d'éléments ou blocs de construction.
- 938.096. — 31 déc. 1946. DANA (R.). Plancher continu sans coffrage.
- 938.112. — 20 nov. 1946. DAUDISSON (C.). Fenêtre à guillotine.
- 938.147. — 23 déc. 1946. DELECAMBRE (E.). Nouveau procédé de correction acoustique des salles d'audition et de spectacles par panneaux incombustibles et produits industriels nouveaux pour l'application de ce procédé.
- 938.349 (Aj.). — 26 déc. 1946. Soc. Générale d'Entreprises. Procédé de construction au moyen d'éléments préfabriqués.
- 938.356 (Aj.). — 27 déc. 1946. GUÉRY (M.). Perfectionnements aux fenêtres.

- 938.380 (Aj.). — 30 déc. 1946. JACOPIN (P. A. V.). Perfectionnements aux dispositifs de coffrages amovibles utilisés pour les constructions en béton.
- 938.472. — 23 nov. 1946. VINE (R. O.), VINE (C. M.). Perfectionnements aux procédés de construction de murs ou autres cloisons en matériau coulé.
- 938.926 (Aj.). — 21 déc. 1946. CURTENELLE (T.). Système de crochetage des éléments préfabriqués pour obtenir des murs formant un seul bloc de béton armé.
- 939.124. — 3 avril 1946. TIMMERMAN (M. E. L.). Perfectionnements aux châssis de vitrage, cadres à panneaux et analogues.
- 939.442. — 18 déc. 1946. BRIGHT (T. J. R.). Perfectionnements apportés aux dispositifs d'étanchéité et anti-courants d'air pour portes, fenêtres et analogues.
- 939.443. — 18 déc. 1946. BRIGHT (T. J. R.). Perfectionnements apportés aux bourrelets d'étanchéité pour des portes, fenêtres et analogues.

Éclairage, chauffage, réfrigération, ventilation.

Appareils de chauffage et de combustion.

- 934.762 (Aj.). — 14 oct. 1946. DURAND (F.). Perfectionnement aux installations de chauffage thermo-pompe.
- 935.841. — 12 nov. 1946. BRUNNSCHWEILER (K.). Dispositif pour récupérer la chaleur de l'air évacué de locaux dans le but de réchauffer l'air frais.
- 934.871. — 16 oct. 1946. Soc. dite : Sifrag Spezialapparatebau et Ingenieurbureau Frei (A. G.). Installation pour l'humidification de l'air.

Réfrigération, aération, ventilation.

- 934.018. — 28 sept. 1946. PETERSEN (K. N. M.). Perfectionnements apportés aux installations de conditionnement d'air.

V. — NORMALISATION

TRAVAUX EN COURS

Explosifs.

Projets de norme : T 70-003. Explosifs. Détonateurs de mine.
T 70-004. Explosifs. Détonateurs électriques.

Les détonateurs de mine conviennent aux atmosphères non grisouteuses des mines et dans les chantiers de travaux. Les

détonateurs électriques servent dans les houillères à raison de 95 % de leur production. Les projets de normes fixent en dehors de la définition, de la constitution et des dimensions, les essais auxquels doivent satisfaire les détonateurs et, en particulier pour les détonateurs électriques au point de vue de l'énergie nécessaire, de la régularité et de la sensibilité, de la sécurité contre les courants vagabonds, et de la résistance à l'humidité.

DEVIS ET ESTIMATION DES OUVRAGES EN BÉTON ARMÉ

Par **M. G. JAVAY**, Ingénieur E. C. P.

I. — PRINCIPES GÉNÉRAUX

II. — SÉRIE DES TEMPS UNITAIRES DE MAIN- D'ŒUVRE, SIMPLES ET COMPOSÉS

III. — APPLICATION A DES EXEMPLES CONCRÈTS

L'ensemble des trois fascicules, 88 pages in-4° carré. . . 350 fr. (frais d'expédition : 15 fr.)

L'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics a publié, en 1943, 1944 et 1945, trois circulaires rédigées par M. G. JAVAY, Ingénieur E. C. P., et relatives aux devis et estimation des ouvrages en béton armé.

L'intérêt pratique de ces documents a provoqué leur rapide épuisement et la demande a conduit l'Institut Technique à procéder à leur réimpression. Nous rappelons ci-après l'analyse de leur contenu.

La première partie pose les principes généraux du devis d'un ouvrage et les méthodes à employer, ainsi que les évaluations de tous les frais de chantier, frais généraux, bénéfices, aléas, etc...

La seconde partie donne une série de temps unitaires de main-d'œuvre simples qui s'appliquent aux manuten-

tions, installations de chantier, coffrage, ferrailage, fabrication et mise en place du béton, dallages, chapes, enduits, puis de temps composés s'appliquant aux cas se présentant le plus généralement dans les bâtiments industriels et maisons de rapport, les centrales thermiques et hydrauliques, chaufferies, salles de machines, postes de transformation, puis dans les réservoirs, silos, murs de soutènements, abris, ponts, hangars d'avions. On y trouve également des temps relatifs aux échafaudages, battages de pieux et palplanches, moulage de pièces.

La troisième partie est consacrée à des applications à des exemples concrets : un réservoir de 200 m³ sur pylône et un pont en bowstring de 40 m de portée fondé sur pieux.

Adresser les commandes à l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics, 28, boulevard Raspail, Paris-VII^e, accompagnées d'un chèque barré libellé à son ordre ou d'un virement à son compte chèques postaux PARIS 1834-66.

VIENT DE PARAÎTRE

COMMENTAIRES DES RÈGLES D'UTILISATION DE L'ACIER (Règles C. M. 1946) APPLICABLES AUX TRAVAUX DÉPENDANT DU MINISTÈRE DE LA RECONSTRUCTION ET DE L'URBANISME ET AUX TRAVAUX PRIVÉS

Les Règles d'utilisation de l'acier ont paru en septembre 1947. Elles constituent pour les Ingénieurs et projeteurs un instrument de travail qui leur fournit des procédés de calcul nouveaux particulièrement pour les états de contrainte, le calcul du flambement et celui des éléments continus. Toutefois la présentation d'un règlement est toujours concise et ne prête guère à des développements explicatifs. Il était donc nécessaire de donner aux utilisateurs toutes les justifications concernant les formules nouvelles, leur origine et leur démonstration, dans le but d'en permettre une application compréhensive et raisonnée.

En conséquence la Commission qui a mis au point les Règles d'Utilisation de l'Acier pour le Ministère de la Reconstruction et de l'Urbanisme a chargé quelques-uns de ses Membres de rédiger avec le concours de la Commission Technique de la Chambre Syndicale des Entrepreneurs de Construction Métallique des Commentaires des Règles qui puissent satisfaire le légitime besoin d'explications des utilisateurs.

Ce document établi en accord avec le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment a été édité dans le format des Règles in-8° carré et comporte 80 pages et 14 figures. Il a été mis en vente en septembre 1948.

Les principaux articles des Règles y sont commentés et comparés aux règles des anciens règlements français et des règlements étrangers les plus récents.

Les Commentaires sont en vente au prix de :

300 fr l'exemplaire broché

330 fr l'exemplaire cartonné

Les développements particulièrement étendus sont donnés sur les points suivants :

Contraintes admissibles : Les Commentaires font ressortir les avantages apportés par rapport aux règlements anciens et aux règlements étrangers. La question des états de contrainte est traitée en détail.

La question des contraintes des rivets et boulons est complètement explicitée et le problème de la précontrainte des boulons non prévu par les Règles a été étudié.

Calculs de résistance : Après quelques explications sur les articles relatifs aux calculs, les Commentaires entreprennent la discussion complète de la méthode DUTHEIL applicable au flambement.

Après une étude critique des procédés de calcul employés jusqu'à ce jour, les formules relatives au flambement sont complètement établies par des calculs détaillés, telles qu'elles ont été finalement admises par la Commission en partant de l'hypothèse initiale de M. DUTHEIL.

Règles spéciales aux poutres et poutrelles : Des commentaires détaillés sont donnés sur les Règles forfaitaires applicables au calcul du moment des poutres continues.

sur demande adressée à l'INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS,
28, boulevard Raspail, Paris-VII^e et accompagnée d'un chèque barré ou d'un virement au compte chèques postaux. Paris 1834-66.

ANNALES DE L'INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS

28, BOULEVARD RASPAIL, PARIS-VII^e

Septembre 1948

N° 39

Nouvelle série.

LIANTS HYDRAULIQUES, N° 3

CENTRE D'ÉTUDES SUPÉRIEURES

SÉANCE DU 16 MARS 1948

L'EXPANSION DES CIMENTS MESURÉE PAR L'ESSAI A L'AUTOCLAVE

Par **M. Léon BLONDIAU**, Directeur de la S. A. des Ciments de Thieu.

SOUS LA PRÉSIDENTENCE DE

M. Henri LAFUMA,

Directeur du Centre d'Études et de Recherches de l'Industrie des Liants Hydrauliques.

SOMMAIRE

	Pages.		Pages.
ALLOCATION DU PRÉSIDENT.....	2	Travaux de la Commission américaine d'études relative à la stabilité des ciments.....	10
Introduction.....	3	Travaux de YOUNG à l' <i>American Concrete Institute</i> ...	10
Constitution du ciment anhydre	3	Appareillage et mode opératoire	12
Constitution du ciment hydraté.....	6	Essais et recherches effectués dans les laboratoires de la S. A. des Ciments de THIEU et Conclusions	12
Essais de stabilité.....	9	DISCUSSION.....	31
Essais sur prismes de pâte de ciment pur avec traitement à la vapeur surchauffée à l'autoclave	9		
Historique.....	9		

Reproduction interdite.

ALLOCUTION DU PRÉSIDENT

Je ne présenterai pas M. BLONDIAU aux cimentiers français, mais, puisqu'il s'adresse pour la première fois aux auditeurs de l'*Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics*, je dirai à ceux-ci, en quelques mots, ce que l'industrie du ciment lui doit.

M. BLONDIAU a très vite compris tout l'intérêt du ciment métallurgique sursulfaté et il a su apporter une solution originale à sa fabrication. M. BLONDIAU appartient à l'école des techniciens belges, dont la persévérance et l'esprit pratique s'attachent avant tout aux réalisations. Aujourd'hui, alors que la fabrication originelle du ciment métallurgique sursulfaté n'a pas encore, à ma connaissance, repris en France, les usines belge et française utilisant les procédés BLONDIAU sont en activité. C'est dire que c'est à M. BLONDIAU que nous devons le ciment sursulfaté dont la construction peut disposer actuellement.

Voilà pour le plan industriel. Sur le plan des études, il me suffira d'énumérer quelques-unes des publications de M. BLONDIAU pour que vous puissiez vous rendre compte de ses préoccupations.

— *Dosage néphélométrique de l'anhydride sulfurique dans les ciments.*

— *Les ciments destinés à la mer doivent-ils satisfaire à l'essai de résistance chimique aux eaux sulfatées suivant le processus de LE CHATELIER-ANSTETT ?*

— *Le ciment métallurgique sursulfaté.*

— *De la perte de résistance du ciment métallurgique sursulfaté à haute résistance au cours de sa conservation dans les conditions de chantier.*

— *Quelques essais comparatifs sur la sensibilité au froid des ciments et tout particulièrement des ciments métallurgiques sursulfatés.*

— *Les ciments métallurgiques sursulfatés et leurs applications dans les travaux exposés aux agents agressifs.*

— *De la résistance des mortiers normaux battus et plastiques à la résistance du béton.*

Dans ces travaux, comme dans les travaux belges en

général, apparaît le souci d'apporter un ensemble cohérent de données expérimentales, sur lequel il n'y a plus à revenir, et qui permettent la solution pratique du problème posé.

Depuis quelques mois, les constructeurs français s'inquiètent de singularités observées dans le durcissement des bétons sur les chantiers; dès sa naissance, le *Centre d'Études et de Recherches de l'Industrie des liants hydrauliques* en a recueilli les échos. Ces singularités sont matérialisées par de faibles résistances, ou même des chutes de résistances, entre 28 et 90 j, des cubes témoins de chantiers, sans aucune anomalie des essais des ciments en mortier plastique 1 : 3 normal.

Le *Centre d'Études* a provoqué, il y a quelques jours, une réunion où ont été examinés les incidents signalés, et recherchées leurs causes possibles, qui apparaissent nombreuses et complexes.

Si l'on veut appliquer le principe cartésien de diviser la difficulté en autant de parties qu'il se peut pour étudier plus facilement chacune d'elles, on doit faire la part :

du ciment, dont on peut incriminer la stabilité; l'influence de l'utilisation généralisée des laitiers de haut fourneau a été mise en avant; M. BLONDIAU vous dira tout à l'heure ce qu'il faut en penser;

des conditions d'emploi, quelquefois défectueuses, mais souvent inévitables, des ciments sur les chantiers;

enfin des conditions mêmes du contrôle : prélèvement et conservation des cubes témoins.

C'est naturellement du ciment que s'est préoccupé tout d'abord le *Centre d'Études*, et, lorsqu'il y a quelques jours, j'ai parlé à M. l'Inspecteur général MAYER des intéressants travaux de M. BLONDIAU sur la stabilité des ciments, M. MAYER a pensé qu'un exposé de M. BLONDIAU permettrait en quelque sorte de faire le point du facteur ciment, et il a bien voulu lui céder son tour de parole à cette tribune. Je tiens à l'en remercier avant de laisser la parole à M. BLONDIAU à qui je suis heureux de souhaiter la bienvenue ici.

RÉSUMÉ

L'hydratation du ciment évolue trop lentement pour que celui-ci puisse atteindre, dès son gâchage, le stade final de son durcissement. Il en résulte que les phénomènes de variation de volume l'accompagnant sont tardifs; de ce fait, leurs effets sont d'autant plus dangereux. Cette variation de volume dépend d'un certain nombre de facteurs dont certains dépendent directement du ciment, tels la magnésie, la chaux libre et l'aluminate tricalcique; les effets expansifs de ces derniers diffèrent suivant qu'ils se trouvent dissous dans la phase vitreuse du clinker ou à l'état cristallin; ils sont aussi fortement influencés par la température et la durée de cuisson. Aussi, afin de prévoir le comportement dans le temps de ces composés, a-t-on imaginé un certain nombre d'essais dont celui sur prismes de pâte de ciment pur avec traitement à la vapeur surchauffée à l'autoclave; ce dernier a fait l'objet de travaux très développés par la Commission Américaine d'Études relatives à la stabilité des ciments et est imposé pour la réception des ciments

par les A. S. T. M. Les travaux de YOUNG justifient cet essai très sévère parce qu'éliminant des ciments ayant tendance à se comporter anormalement dans les conditions habituelles d'emploi. C'est afin de dégager les facteurs de fabrication de ciments stables à l'autoclave que les laboratoires de la Société Anonyme des Ciments de Thieu ont entrepris une série de travaux. Il s'en dégage que la composition du clinker devra être réglée de telle sorte que, la magnésie restant limitée à une teneur inférieure à 1 %, la teneur en C³A calculée suivant la formule de BOGUE, soit entre 10 et 11 % et celle en CaO libre inférieure à 1 %. Une finesse de mouture de 2 250 cm²/g (WAGNER) facilite l'obtention de ciments stables. Enfin, l'étude montre la parfaite stabilité des ciments à base de laitiers granulés, même lorsque la teneur en MgO atteint 13 % et l'amélioration de stabilité du ciment Portland par les laitiers et les additions pouzzolaniques.

EXPOSÉ DE M. BLONDIAU

INTRODUCTION

On sait que le phénomène d'hydratation du ciment est d'une évolution trop lente pour que celui-ci puisse atteindre, dès son gâchage et sa mise en place, le stade final de son durcissement. La vitesse de l'évolution de ce phénomène est fonction, non seulement de la durée de contact du ciment avec l'eau, mais également de la constitution chimique du ciment et, surtout, du diamètre du grain. L'élément actif du béton, le ciment en cours d'hydratation, est ainsi dans un état hétérogène et physiquement et chimiquement. Il en résulte que le béton est dans un continuuel devenir, que les phénomènes de variation de volume accompagnant son durcissement sont tardifs et, de ce fait, leurs effets sont d'autant plus dangereux pour la pérennité des constructions.

La variation de volume dépend d'un certain nombre de facteurs dont les uns sont indépendants de la nature du ciment : température, état hygrométrique et nocivité de l'ambiance, pression.

D'autres dépendent, au contraire, directement du ciment. Parmi ceux-ci, il faut noter l'hydratation tardive de certains constituants : tels la magnésie et la chaux résultant d'une calcination prolongée à haute température avec formation, sans dissolution préalable, de constituants hydratés (hydrate de calcium et hydrate de magnésium) et la formation, dans les mêmes conditions, d'un aluminat complexe hydraté (sulfo-aluminat tricalcique).

Ces facteurs d'instabilité dépendent directement de la conduite de la fabrication du ciment. Aussi, tandis que les fabricants se préoccupaient, sinon de les annihiler, du moins d'en minimiser les effets, par les soins apportés à la préparation des mélanges à cuire, et à la cuisson, les constructeurs étudiaient et mettaient au point des méthodes de mesure pour les déceler avant la mise en œuvre du ciment.

L'étude des facteurs d'instabilité de volume dépendant de la nature du ciment implique le rappel des connaissances acquises, à la fois sur la constitution du ciment portland et sur son processus de prise.

1^o Constitution du ciment anhydre.

Le ciment portland anhydre est un mélange de 96 à 97 parties en poids de clinker à ciment portland et de 3 à 4 parties en poids de gypse ou sulfate de calcium bi-hydraté : ce dernier agit comme retardateur de prise du clinker broyé. La connaissance du complexe « clinker à ciment portland » s'est fortement développée au cours des trente dernières années.

Actuellement, grâce à l'application de la loi des phases aux divers systèmes rencontrés dans le complexe « clinker » (RANKIN et WRIGHT), aux progrès réalisés dans l'étude des traitements thermiques et des conditions de température et de pressions nécessitées pour l'équilibre des diverses phases (BATES et KLEIN), à l'application des rayons X à l'étude des ciments (HAENSEN et BROWNMILLER), aux travaux de GUTTMAN et GILLE, les constituants principaux du clinker dans les conditions d'équilibre complet purent être définis. Ce sont :

Le silicate tricalcique	$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$
Le silicate bicalcique β	$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$
L'aluminat tricalcique.....	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$
Le ferro-aluminat tétracalcique.	$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$
La magnésie libre.....	MgO
La chaux libre	CaO
Un trialuminate sodico-octocalcique	$8\text{CaO} \cdot \text{Na}_2\text{O} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3$
Un aluminat potassique	$\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$

L'étude des composés alcalins est cependant encore très incomplète et ne cesse actuellement d'être poursuivie.

Ainsi, d'après les tout récents travaux de KENNETH, T. GREENE et BOGUE sur le système :



l'oxyde de sodium se trouverait dans le clinker sous diverses formes suivant les conditions de formation ou de refroidissement :

a) Comme constituant de la phase vitreuse si le refroidissement a été suffisamment rapide;

b) Comme $\text{Na}_2\text{O} \cdot 8\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ ou vraisemblablement à l'état d'une solution solide de ce constituant avec le $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ si le refroidissement est plus lent et appro-

SUMMARY

The hydration of cement is too slow a process for the cement to reach the final hardening soon after wetting. The attendant changes in volume are accordingly delayed and therefore the more dangerous. The variation in volume is due to a number of factors, some of which are directly dependent on the cement, e. g. magnesia, free lime and tricalcium aluminate. The expanding action of these varies according to whether they are dissolved when the clinker is vitreous or in a crystalline state; they are also strongly influenced by the temperature and duration of firing. In order to determine the time factor in the action of these components, a number of tests were designed, including one using prisms of pure cement paste treated with steam superheated in an autoclave. On this an American Committee on the stability of cements has worked extensively and it is prescribed as an admittance test

by the A. S. T. M. The work of YOUNG justifies imposing such a severe test because it eliminates cements which tend to behave abnormally in normal conditions of use. The Societe Anonyme des Ciments de Thieu have carried out research into the factors affecting the manufacture of autoclave-stable cements. It has established that the composition of the clinker must be regulated so that the magnesia content is kept below 1 %; the tricalcium aluminate content (calculated by BOGUE's formula) between 10 and 11 %, and free lime at below 1 %. A fineness of 2 250 cm^2/g (WAGNER), facilitates the production of a stable cement. Lastly, proof is given of the perfect stability of blast-furnace cements, even when the magnesia content reaches 13 %, and of the increase in stability of Portland cement by the addition of slag and pozzolanas.

prié : une telle phase peut être intimement liée à la phase interstitielle prismatique foncée, observée dans le clinker;

c) Comme une solution de Na_2O dans $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$;

d) Comme inclusion, dans $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ provenant de la transformation allotropique de $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$, de Na_2O .

D'autre part, en ce qui concerne l'oxyde de potassium, K_2O , William TAYLOR du Bureau des Standards U. S. A., dans son étude sur les constituants du potassium dans le ciment portland, établit que $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ réagit avec $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ et $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ pour former un composé de $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ de composition $\text{K}_2\text{O} \cdot 23 \text{CaO} \cdot 12\text{SiO}_2$.

Cependant, si le clinker renferme une certaine proportion de SO_3 , le K_2O se combinera, de préférence, avec SO_3 pour former :



et l'excès de K_2O réagira avec la CaO et la SiO_2 pour former :



Une semblable diversité d'états des autres oxydes se retrouve d'ailleurs dans le clinker commercial. Il serait en effet erroné de croire que le clinker commercial est un mélange de constituants formés dans des conditions d'équilibre parfait.

Dans la cuisson industrielle du clinker, la matière première, mélange de carbonate de calcium et d'argile ou matières similaires, est soumise à des températures de plus en plus élevées variant de la température ordinaire à 1450-1480° C., température de cuisson de la plupart des ciments portland.

Cependant, la matière commence à se liquéfier aux environs de 1280° C, et c'est d'ailleurs à ce moment que la plupart des réactions de formation du clinker se développent.

A la température de cuisson proprement dite, soit à 1450° C, 25 à 30 % de matières en cours de cuisson sont à l'état liquide : toute l'alumine et l'oxyde ferrique, les alcalis et les autres composants moins importants, une partie de la magnésie, une grande partie de la chaux et de la silice, se trouvent dans cette phase liquide.

Si le refroidissement s'opère très lentement, les phases liquide et solide peuvent réagir ultérieurement entre elles et atteindre, au moment de la solidification finale, l'équilibre nécessaire à la cristallisation complète.

Au contraire, si le refroidissement est très rapide, la phase liquide peut se solidifier sans aucune cristallisation et se trouver ainsi dans le clinker à l'état vitreux. Sa composition dépend du liquide originel, sa constitution, de la vitesse de refroidissement.

Comme aux températures de clinkérisation, 1450-1480° C, la composition de la phase liquide dépend dans une large mesure du rapport $\frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{Fe}_2\text{O}_3}$ et la quantité de phase liquide des quantités d' Al_2O_3 et Fe_2O_3 , les constituants de l'aluminate tricalcique se retrouvent dans la phase vitreuse.

Cependant, dans les conditions actuelles de fabrication, le refroidissement n'est pas suffisamment rapide pour

trempier complètement la phase liquide à l'état vitreux, ni suffisamment lent pour que la cristallisation soit totale. Le clinker est donc à un état intermédiaire.

TAYLOR a mis en évidence cet état particulier du clinker en étudiant la teneur en phase vitreuse de 22 ciments commerciaux choisis de façon à avoir de larges variations dans la composition et le traitement thermique : une portion de chaque clinker fut réchauffée à environ 1400° C et refroidie lentement afin d'obtenir le minimum de phase vitreuse tandis qu'une autre portion du même clinker, réchauffée à la même température fut refroidie rapidement pour obtenir le maximum de phase vitreuse.

Il résulte de cette étude que la teneur en phase vitreuse des clinkers commerciaux étudiés varie de 2 à 21 %, que cette teneur est fortement influencée par la vitesse de refroidissement : dans les clinkers refroidis rapidement, elle varie de 8 à 22 % et dans ceux refroidis lentement, de 0 à 3 %.

Donc, la constitution réelle des clinkers commerciaux diffère fortement, suivant les conditions de refroidissement, de la constitution possible à l'état d'équilibre complet, calculée suivant la formule de BOCUE et LERCH.

BOCUE l'a d'ailleurs également établi en comparant pour divers clinkers la constitution possible à l'état d'équilibre complet et la constitution calculée en admettant une cristallisation normale pour une teneur calculée en phase vitreuse.

Il s'en dégage que la phase vitreuse est constituée principalement :



ainsi que d'un peu de MgO et de SiO_2 .

La vitesse de refroidissement influe, au surplus, sur l'allure de la cristallisation.

Les études de WARD sur les effets du traitement thermique et de la vitesse du refroidissement sur la structure du clinker de ciment portland montrent que le refroidissement lent permet la formation de cristaux de dimensions bien supérieures à celles des cristaux observés dans le clinker refroidi brusquement.

Le clinker commercial décèle des cristaux de dimensions intermédiaires.

Ainsi donc, le clinker commercial, constituant principal du ciment, est un complexe constitué principalement de cristaux de silicate tricalcique, enrobés de chaux libre et de cristaux de silicate bicalcique β à l'état cristallin d'une masse interstitielle vitreuse dont la proportion et la composition varient respectivement avec sa vitesse de refroidissement dans la zone critique des températures et avec la température à partir de laquelle elle est figée, ainsi qu'avec la composition du liquide originel, enrobant de l'aluminate tricalcique et du ferro-aluminate tétracalcique à l'état cristallin dans des proportions variant avec la vitesse de refroidissement, des cristaux de périclase (MgO libre) et tenant en solution de la chaux libre et de la magnésie, les dimensions des constituants cristallins étant variables suivant la dite vitesse de refroidissement.

INFLUENCE DE LA PHASE VITREUSE SUR L'INSTABILITÉ DE VOLUME

Parmi les constituants du clinker, ceux qui interviennent en tant que facteurs d'instabilité sont :

la magnésie libre,
la chaux libre,
l'aluminate tricalcique,

dont les effets expansifs sont fortement influencés par la nature et la proportion de phase vitreuse ainsi que l'a montré BOCUE dans son étude sur la constitution du ciment portland.

a) *Instabilité due à la magnésie libre.*

L'examen microscopique a montré que la magnésie apparaît dans le clinker en grains irréguliers de périclase noyés principalement dans la matière interstitielle et également inclus dans les silicates. Ces grains ne sont attaqués que lentement par l'eau. Des observations microscopiques faites, à la fois, sur des clinkers commerciaux et sur les mêmes clinkers commerciaux réchauffés et refroidis lentement ou rapidement, établissent que :

1° D'une façon générale, les quantités de magnésie libre à l'état de périclase sont inférieures à la magnésie totale de clinker, confirmant ainsi qu'une certaine quantité de magnésie est dissoute dans la phase liquide. De ce fait on constate moins de périclase dans les clinkers refroidis rapidement.

2° Les dimensions moyennes des grains de périclase dans les clinkers refroidis rapidement sont bien inférieures à celles des grains de périclase dans les clinkers refroidis lentement.

Les microphotographies ci-dessous montrent cette différence de grosseur des cristaux de périclase suivant la vitesse de refroidissement.

Cette différence d'état de la magnésie par suite du refroidissement explique l'instabilité apparemment capri-

cieuse de la magnésie qui, pour des teneurs égales, peut, soit causer une sérieuse expansion, soit être sans effet appréciable.

LERCH et TAYLOR ont, en effet, constaté au cours d'essais d'expansion sur des barrettes de ciment pur soumises à l'autoclave pendant 7 h à 177° C, que les expansions étaient faibles quand la magnésie n'excédait pas 2,5 % et la chaux libre 0,5 %, mais que, avec des ciments contenant plus de 2,5 % de MgO et également faibles en chaux libre, les uns présentaient une grande expansion, et d'autres, des expansions exceptionnellement faibles.

Ces spécialistes préparèrent alors des clinkers dans un four de laboratoire en les soumettant à des traitements thermiques différents pour qu'il en résultât, dans les uns, une haute teneur en phase vitreuse et dans les autres, une faible teneur en cette même phase.

Soumis à l'essai de stabilité à l'autoclave, les clinkers contenant 3 % de MgO, refroidis lentement, donc sans phase vitreuse, causèrent une expansion importante, tandis que les mêmes clinkers refroidis rapidement, donc à teneur élevée en phase vitreuse, restèrent stables.

Ce premier examen fut suivi d'une étude sur des clinkers commerciaux avec ou sans traitement thermique ultérieur, ce dernier consistant à réchauffer le clinker à 1 400° et à le refroidir, soit lentement, soit rapidement.

Ces essais dont les résultats sont repris au diagramme (fig. 3) montrèrent que les ciments préparés avec des clinkers donnent, dès que les teneurs en MgO sont supérieures à 2,5 %, une très faible expansion à l'autoclave si le refroidissement a été rapide, mais cette expansion augmente avec la teneur en MgO si le refroidissement est lent.

On peut en conclure que la magnésie, pour une teneur déterminée dans le ciment, donne lieu ou non à instabilité retardée, suivant qu'elle existe sous forme de périclase ou qu'elle est dissoute dans la phase vitreuse.

b) *Instabilité due à la chaux libre.*

La chaux libre se rencontre soit en grappes, soit en simples grains au centre des cristaux de silicate tricalcique ($3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$).

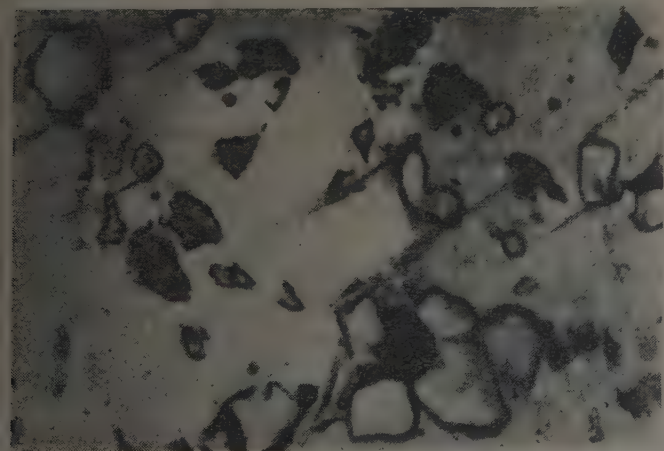


FIG. 1. — Microphotographie d'une section polie de clinker choisie pour montrer les grains de périclase tels qu'observés dans un clinker refroidi lentement. Agrandissement $\times 1\,000$ (WARD).

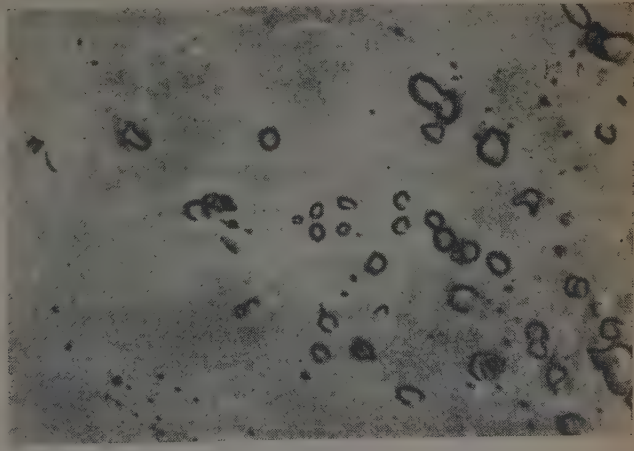


FIG. 2. — Microphotographie d'une section polie de clinker choisie pour montrer les grains de périclase tels qu'observés dans un clinker refroidi rapidement. Agrandissement $\times 1\,000$ (WARD).

Ces grains aisément attaquables par l'eau apparaissent à l'examen microscopique comme des surfaces arrondies faiblement foncées.

La microphotographie ci-dessous montre l'aspect d'une section polie d'un clinker refroidi rapidement et de composition choisie spécialement pour montrer les grains de chaux libre.

La vitesse de refroidissement du clinker influe également sur la teneur en chaux libre : le refroidissement lent diminue nettement la teneur en chaux libre, tandis que le refroidissement rapide tend, en général, à l'accroître, mais dans de faibles proportions cependant, la teneur en chaux du clinker commercial étant prise comme terme de comparaison.

Le diagramme (fig. 5) met en évidence l'influence de la vitesse de refroidissement sur la teneur en CaO libre d'un clinker.

L'augmentation de la teneur en CaO libre provient de celle due aux constituants des aluminates présents dans la phase vitreuse.

c) Instabilité due à l'aluminate tricalcique.

BOGUE a étudié l'influence de l'aluminate tricalcique sur l'expansion retardée.

A cet effet, il a choisi des clinkers commerciaux contenant moins de 2 % de MgO.

Les expansions retardées mesurées après essai à l'autoclave sont figurées au diagramme (fig. 6).

Dans le groupe des clinkers refroidis lentement, la chaux libre et la phase vitreuse n'excèdent pas, respectivement 0,3 et 3 %, de façon à ce que les effets expansifs dus à la périclase et à la chaux libre soient réduits à des valeurs négligeables.

Au surplus, du fait de la faible teneur en phase vitreuse, la teneur réelle en $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ peut être considérée égale à la teneur en ce constituant à l'équilibre complet, calculée suivant la formule de BOGUE.

Il se dégage de ce diagramme que, dès que les teneurs en $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ dépassent 6 à 8 %, l'expansion retardée augmente rapidement avec la teneur en $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ si le refroidissement est lent.

Au contraire, les résultats des essais effectués sur des clinkers de mêmes compositions, mais refroidis rapidement, montrent l'influence favorable du refroidissement rapide : dans ce dernier cas, les expansions sont très faibles.

On peut en conclure que, d'une part, le $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ cristallin donne, dès une certaine concentration, des expansions élevées et, d'autre part, les composants de ce constituant ne causent que de faibles expansions lorsqu'ils sont présents dans la phase vitreuse.

Ces diverses expériences de BOGUE démontrent nettement que certains effets expansifs imputables à la magnésie

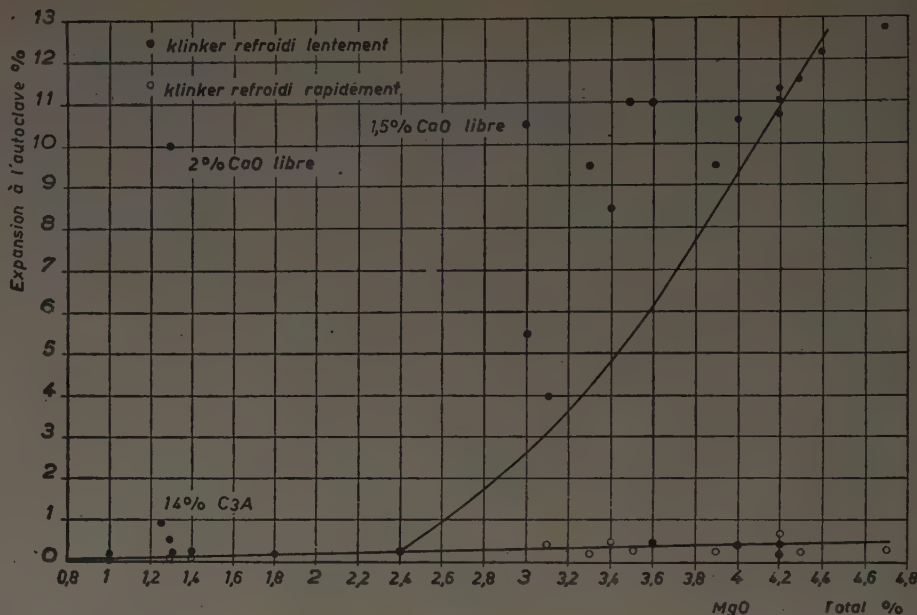


FIG. 3. — Relation entre la teneur en MgO et l'expansion à l'autoclave (5 Hrs à 215°).

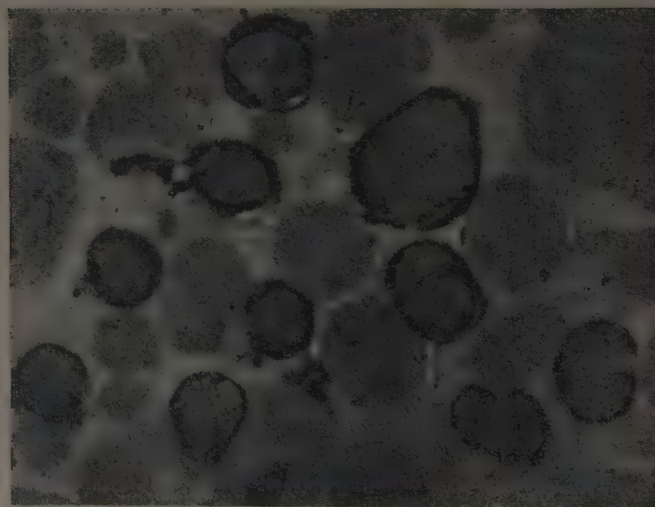


FIG. 4. — Microphotographie. Agrandissement $\times 1\,000$ (WARD).

libre et à l'aluminate tricalcique sont fortement influencés par la nature et les proportions de phase vitreuse, soit donc par la vitesse de refroidissement.

2° Constitution du ciment hydraté.

C'est donc le complexe « clinker anhydre » qui, mélangé de 3 à 4 % de sulfate de calcium bihydraté et moulu en poudre relativement fine, donne le ciment, et c'est ce dernier qui, lors du gâchage avec l'eau, est le siège du phénomène d'hydratation.

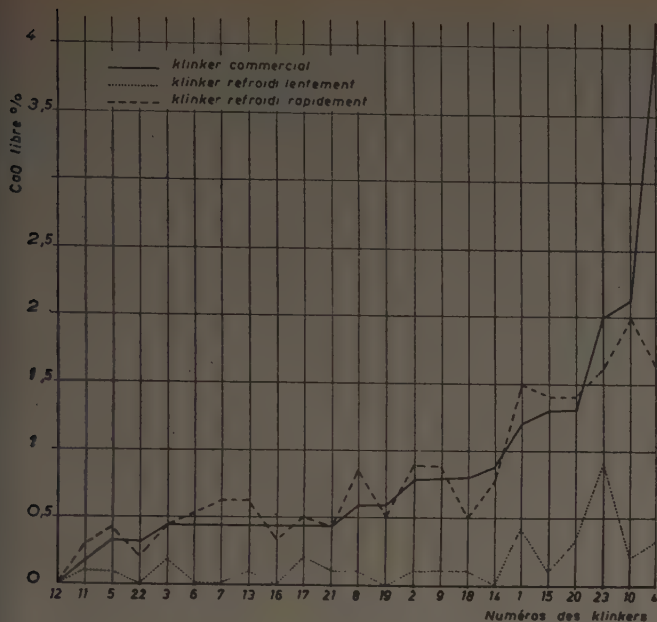


FIG. 5. — Influence du mode de refroidissement du clinker sur la teneur en CaO libre.

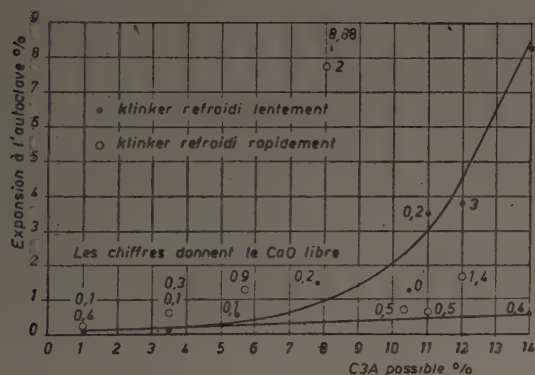


FIG. 6. — Relation entre C³A possible et l'expansion à l'autoclave (5 H^{rs} 215°) de clinkers refroidis lentement ayant moins 4 % MgO et faible teneur en CaO libres — et des clinkers refroidis rapidement et de même composition.

Au cours de ce dernier, les silicates, les aluminates et autres constituants anhydres se dissolvent, se transforment respectivement en silicates et en aluminates hydratés stables qui, par suite de leur moindre solubilité, précipitent et forment le ciment durci. La vitesse de l'hydratation est fortement influencée par des additions de sulfate calcique par suite de la moindre solubilité des aluminates anhydres dans la solution chaux-gypse ainsi formée; en outre, à la formation d'aluminates hydratés se substitue celle d'un aluminat complexe : le sulfo-aluminat tricalcique.

a) ACTION DE L'EAU SUR LES SILICATES, LES ALUMINATES ET LA PHASE VITREUSE.

En présence de l'eau, les silicates tri et bicalcique s'hydratent avec mise en liberté d'hydrate de chaux et formation d'un silicate monocalcique hydraté dont la composition varie avec la concentration en chaux de la solution au sein de laquelle il cristallise et qui, dans le cas de ciment portland, correspond à la formule :

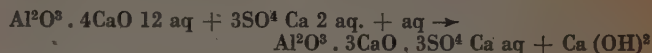


Les aluminates anhydres s'hydratent à la température ordinaire pour former des aluminates hydratés hexagonaux dont la richesse en chaux augmente avec la concentration de la solution-mère.

Dans le cas de l'hydratation du ciment portland, la concentration en chaux de la solution étant supérieure à 1,08 g/l, l'aluminat hydraté répond à la composition :

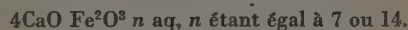


En présence de la solution, chaux en excès-sulfate de chaux, qui est le cas dans l'hydratation du ciment portland, l'aluminat est engagé dans une combinaison plus stable qui est le sulfo-aluminat de chaux



L'aluminat disparaît complètement si le sulfate de chaux est en quantité suffisante.

Quant au ferro-aluminat tétracalcique ou brownmillérite, il s'hydrate en donnant lieu, d'une part, à l'aluminat tétracalcique hydraté et, d'autre part, à un ferrite tétracalcique hydraté



La phase vitreuse, constituée d'alumine, d'oxyde ferrique, de chaux et de silice, c'est-à-dire d'éléments n'ayant pu donner lieu à des constituants cristallisés par suite de la rapidité du refroidissement, a maintenu en potentiel la chaleur de cristallisation y correspondant.

Au contact de l'eau, il se produit une véritable dépolymérisation comme celle se produisant dans l'hydratation des laitiers granulés; la gelée colloïdale qu'est la phase vitreuse se détruit, les constituants se dissolvent et il s'ensuit une cristallisation de silicates, d'aluminates et de ferrites hydratés.

Cette transformation est accompagnée d'un dégagement de chaleur correspondant à la différence de chaleur latente de cristallisation des constituants cristallisés anhydres augmentée de la chaleur de cristallisation des constituants hydratés (silicates et aluminates) et des chaleurs absorbées par la destruction du gel (phase vitreuse) et la dissolution de ses constituants.

Ceci explique que les clinkers refroidis rapidement donnent lieu à un dégagement de chaleur d'hydratation supérieure à celui constaté avec les clinkers refroidis lentement.

Ce dégagement plus important de chaleur d'hydratation des clinkers refroidis rapidement favorise l'hydratation, la rend plus complète et ainsi réduit les proportions des constituants susceptibles d'expansion retardée.

b) ACTION DE L'EAU SUR LA CHAUX LIBRE ET LA MAGNÉSIE LIBRE.

Ainsi que déjà signalé, la périclase est noyée principalement dans la matière interstitielle et dans les silicates tandis que les grains de chaux libre sont inclus dans les cristaux de silicate tricalcique. De ce seul fait, ces deux constituants seront moins rapidement attaqués par l'eau.

L'hydratation de la chaux libre et de la magnésie libre doit être considérée suivant qu'elle se produit pendant le processus de prise, c'est-à-dire pendant que la masse est plastique, ou après la prise. Pendant le processus de la prise des ciments portland commerciaux, donc additionnés de gypse, l'hydratation des grains de chaux libre et de la périclase mis à nu par la fragmentation des cristaux au cours de la mouture s'effectue par la solution chaux-gypse, et dans ce cas se produit avec dissolution préalable; alors il ne se produit aucun gonflement, les constituants hydratés (CaOH^2 et MgOH^2) peuvent tout au plus donner lieu à une diminution de résistance.

Lorsque cette hydratation se produit après hydratation, deux cas sont à envisager. Si la teneur en sulfate calcique est en excès et n'a pas été complètement absorbée par la réaction avec les aluminates, elle peut donner lieu à une solution chaux-gypse qui, agissant sur la chaux vive et la périclase, l'hydrate avec dissolution préalable donc sans gonflement. Mais si cette teneur en sulfate calcique a été complètement absorbée par la réaction avec les aluminates, l'hydratation de la chaux vive et de la périclase se fait par l'eau. Se produisant dans ce cas sans dissolution préalable, l'hydratation est accompagnée d'un gonflement. Les effets de ce dernier sont d'autant plus dangereux pour la masse durcie que celle-ci sera moins résistante. LAFUMA, dans sa théorie de l'hydratation, explique comme suit ce phénomène.

La cristallisation de l'hydrate de chaux par hydratation après dissolution (hydrolyse du silicate tricalcique) contribue au durcissement. Au contraire, mouillée avec de l'eau, la chaux vive s'hydrate avec un grand dégagement de chaleur et tombe en poussière. Cette extinction de la chaux est accompagnée d'une augmentation considérable de volume apparent, d'un foisonnement, qui peut développer des pressions énormes quand on s'oppose, en vase clos, à sa libre expansion.

Le foisonnement de la chaux vive par extinction résulte de la pulvérisation spontanée de l'hydrate, pulvérisation qui entraîne une augmentation considérable du volume apparent, qui est respectivement pour la chaux et la magnésie 97 et 118 %.

Cette extinction de la chaux libre et de la magnésie est d'autant plus dangereuse que, de par sa lenteur, elle se produit après le durcissement. C'est que la vitesse d'hydratation est fortement influencée par la température et la durée de cuisson. Ainsi la chaux cuite légèrement, soit celle cuite juste assez pour expulser l'anhydre carbonique (1 000°), se présente à l'état d'oxyde (CaO)

en poudre fine et poreuse, facilement attaquable par l'eau du fait même de cette porosité. Au contraire, si le chauffage est prolongé et poussé à une température plus élevée (1 400 à 1 500°), cette chaux fine et poreuse recristallise en grains compacts et durs difficilement attaquables. C'est ce qui explique que la chaux libre provenant des clinkers insuffisamment cuits, donc s'hydratant rapidement, est moins dangereuse que la chaux libre enrobée dans les clinkers cuits à haute température.

La vitesse d'hydratation de la magnésie diminue fortement quand la température de calcination augmente.

Le tableau ci-après donne le pourcentage de magnésie hydratée après 7 j et 1 an pour diverses températures.

Températures de calcination	800°	1 000°	1 200°	1 400°
Pour 100 de magnésie hydratée après 7 j....	80,4	51,5	40,8	18,7
Pour 100 de MgO hydratée après 1 an.....	87,8	81	76,5	68,6

Il est rappelé que la température de clinkérisation du ciment portland se situe vers 1 450° C.

c) INFLUENCE DE LA FINESSE DE MOUTURE ET DE LA DURÉE DE CONTACT SUR LA VITESSE D'HYDRATATION.

L'évolution de l'hydratation est fonction de la durée de contact et du diamètre du grain.

Connaissant l'analyse granulométrique du ciment, il est possible par application de la formule de SWENSEN, WAGNER et SIGMAN, d'évaluer la proportion de ciment hydraté à un âge considéré, les grains supérieurs à 90 μ étant considérés comme inertes.

Il résulte de l'examen de ces courbes que le ciment durci est constitué de grains complètement hydratés, de grains dont la couche périphérique seule est hydratée et le noyau central anhydre en continue transformation et, enfin, de grains non hydratés inertes.

Les études microscopiques de WARD confirment cette constitution : elles montrent que le système à forte concentration comme l'est le ciment lors de son gâchage avec l'eau ne précipite, ainsi que le prévoient les travaux de von WEIMARNS, que des substances colloïdales qui, s'altérant dans la suite, passent à l'état cristallin, démontrant ainsi que l'état colloïdal n'est qu'un état de jeunesse de l'état cristallin.

Le ciment durci peut être ainsi considéré comme un système essentiellement hétérogène, constitué de silicates, d'aluminates et d'une phase vitreuse subissant une hydratation partielle ou totale continue et simultanée, dans des conditions de concentrations telles qu'ils précipitent tout d'abord à l'état gélatino-colloïdal pour s'altérer ensuite et passer à l'état cristallin.

Enrobés dans ce système dont ils suivront et partageront l'évolution, les grains de chaux et de périclase provoqueront des effets expansifs avec une lenteur fonction et de leurs variables propres (température de cuisson, conditions de refroidissement) et de leur couche protectrice, mais précisément avec une nocivité d'autant plus grande que ces effets seront plus tardifs.

On comprendra qu'un système aussi hétérogène et en continuelle évolution pourra donner lieu à des phénomènes apparemment anormaux parce qu'inexplicables avec les variables connues.

ESSAIS DE STABILITÉ

En vue de déceler la présence nocive des composés expansifs dans les ciments et de prévoir ainsi leur comportement dans le temps, les chercheurs ont imaginé un certain nombre d'essais pouvant se classer en deux catégories.

Les essais de la première catégorie comprennent surtout l'essai sur galette de ciment pur, immergée sous l'eau à 17° C, pendant une durée de 28 j.

Les essais de la seconde catégorie comprennent les essais dits accélérés dont les deux premiers ont l'inconvénient de ne permettre aucune mesure, l'appréciation se faisant sur le seul aspect de la galette après essai. Au contraire, les essais repris sub 3 et 4 permettent des mesures.

Ces essais de la seconde catégorie sont :

1° L'essai sur galette de pâte de ciment pur avec traitement à l'eau bouillante pendant 5 à 6 h;

2° L'essai sur galette de pâte de ciment pur, avec traitement par la vapeur d'eau, à 100° C;

3° L'essai sur pâte de ciment pur, à l'aide du dilatomètre de LE CHATELIER;

4° L'essai sur prismes de pâte de ciment pur avec traitement à la vapeur surchauffée à l'autoclave.

La présente contribution a précisément pour but l'étude de l'essai de stabilité à l'autoclave.

ESSAI SUR PRISMES DE PÂTE DE CIMENT PUR AVEC TRAITEMENT A LA VAPEUR SURCHAUFFÉE A L'AUTOCLAVE

A. Historique.

Déjà, en 1913, dans une communication présentée à une réunion des membres français et belges de l'Association Franco-Belge pour l'Essai des Matériaux, R. FERET signalait que certains laboratoires américains procédaient à l'essai accéléré d'invariabilité de volume dans la vapeur surchauffée sous des pressions considérables.

FERET procéda à un certain nombre d'expériences à l'effet de chercher l'intérêt à substituer l'emploi de la vapeur à celui de l'eau bouillante dans l'essai à l'aide du dilatomètre à aiguilles LE CHATELIER. A cet effet, il opéra parallèlement dans l'eau bouillante, dans la vapeur à la pression atmosphérique (100° C) et dans un autoclave où la vapeur était soumise à une surpression de 3 atmosphères, correspondant à une température de 144° C, maintenant les cylindres pendant 3 h dans les trois milieux.

Le tableau ci-dessous réunit les résultats de certaines de ces expériences :

		GONFLEMENTS MOYENS en millimètres		
		Vapeur à 100° C	Eau bouillante	Vapeur à 144° C
Mélange d'un même portland et de gypse	Ciment pur	7,5	8,2	19,5
	99,5 ciment + 0,5 gypse	2,0	2,0	14,5
	98 ciment + 2 gypse	1,0	1,0	3,2
	95 ciment + 5 gypse	1,2	2,0	2,7

FERET concluait que, d'une part, le gonflement dans la vapeur à la pression atmosphérique était un peu plus faible que dans l'eau bouillante tandis qu'il était beaucoup plus fort dans la vapeur sous pression et que, d'autre part, une légère addition de gypse suffisait pour presque annuler le gonflement, dans l'eau bouillante, de ciments très expansifs.

Au surplus, bien que reconnaissant que les forts gonflements produits par la vapeur sous pression permettraient de mieux différencier par le mode opératoire les liants essayés, il estimait qu'une pareille sensibilité n'était nullement nécessaire et qu'on pouvait éliminer cet essai parce qu'exigeant un appareil trop compliqué.

Les recherches se poursuivaient cependant aux États-Unis. Une Société Nord-Américaine de Chemins de Fer, grande consommatrice de ciment, avait établi ses propres prescriptions quant à la qualité du ciment nécessaire à ses besoins et entre autres spécifications, le ciment devait résister au point de vue stabilité, à l'essai à l'autoclave.

Or, il fut constaté que le béton d'un grand viaduc, béton exécuté en 1910, à partir d'un ciment stable à l'autoclave, ne présentait, après 27 ans, pas la moindre altération. Deux autres grands viaducs construits par cette même Société en 1915, avec des ciments stables à l'épreuve de la vapeur sous pression, se sont conservés d'une façon également parfaite.

Ces résultats, comparés à des constructions exécutées avec des ciments satisfaisant à l'essai normal à la vapeur, amenèrent les spécialistes américains à conclure que l'essai de stabilité tel qu'imposé par les spécifications A. S. T. M. ne donnait pas toutes les assurances au point de vue de l'expansion finale du béton et donnèrent un regain d'intérêt à l'essai de stabilité à l'autoclave comme indicateur du potentiel d'expansion des ciments.

Au surplus, cet essai, non seulement permet la mesure du potentiel d'expansion de la magnésie et donne plus de garantie au point de vue de la longévité des constructions, mais met en évidence l'innocuité de ce composant, même en doses massives, à la condition que, du fait de la trempe, une partie importante soit dissoute dans la phase vitreuse et que celle susceptible de cristalliser le fasse sous forme de périclase en grains fins.

Cette possibilité ne pouvait que rencontrer l'acquiescement des fabricants qui en ont prévu les répercussions économiques quant à l'exploitation de leurs gisements. En effet, la plupart des Usines américaines travaillent avec des calcaires dolomitiques; pour satisfaire à la tolérance officielle maximum déjà élevée de 5 % de MgO (3-4 % dans les autres pays), elles étaient donc tenues de procéder à un triage des bancs. Indépendamment de l'incidence préjudiciable de cette opération sur le prix de revient, elle est absolument contraire, même vexatoire, aux habitudes des Américains de l'exploitation en grosses masses.

Il est incontestable que l'essai à l'autoclave, en décelant la magnésie nocive, donne ainsi plus de souplesse à l'exploitation des bancs; au surplus, des constatations faites sur l'influence de l'état de la magnésie sur l'instabilité, on peut prévoir un relèvement futur de la teneur en MgO des ciments et, conséquemment, une utilisation plus rationnelle des bancs de calcaires dolomitiques.

B. Travaux de la Commission américaine d'études relatives à la stabilité des ciments.

C'est en 1934 que la Commission américaine d'études relatives à la stabilité du ciment s'imposa comme objectif l'étude de l'essai de stabilité accéléré en vue de mettre au point un essai donnant lieu à mesures et plus sûr que l'essai standard avec exposition des éprouvettes de pâte pure dans la vapeur d'eau à 100° C.

Cette Commission se livra à quatre séries de travaux très développés dont elle tira les conclusions ci-dessous.

1° L'essai sur galette standard A. S. T. M. est insuffisant comme essai de stabilité;

2° L'expansion mesurée au dilatomètre LE CHATELIER après traitement à l'eau bouillante ne permet pas de prévoir l'expansion à l'autoclave;

3° La chaux libre est la cause principale de l'expansion retardée. Des augmentations relativement faibles peuvent être attribuées aux teneurs en magnésie et en aluminat tricalcique lorsque celles-ci dépassent respectivement : MgO : 0,8 à 4 %; C³A : 6 à 14 %.

Enfin la Commission met au point le processus d'essai de stabilité à l'autoclave.

C. Travaux de Young à l'American Concrete Institute.

De son côté, YOUNG, ingénieur de la « Lehigh Portland Cement » dans son étude relative aux interprétations des résultats de l'essai à l'autoclave, conclut d'essais comparatifs effectués sous différentes conditions de conservation, que c'est à l'expansion retardée des ciments utilisés que sont dues certaines déceptions rencontrées dans la construction des routes en béton.

A ce point de vue, l'étude de YOUNG est particulièrement intéressante.

Des ciments essayés préalablement au point de vue de leur stabilité à l'autoclave ont été conservés pendant 8 à 9 ans dans des ambiances différentes, à savoir :

1° Dans l'eau à 21° C;

2° A l'air libre, mais sans action directe du soleil et de la pluie;

3° Dans une ambiance à 50 % d'humidité relative et à 21° C.

Des 186 ciments commerciaux soumis aux essais par YOUNG, 167 ne présentaient qu'une faible expansion dans les diverses conditions de conservation; les autres comprenant principalement des ciments instables à l'autoclave se comportaient anormalement.

1° CAS DE CIMENTS A FAIBLE EXPANSION A L'AUTOCLAVE.

Les ciments présentant, à l'essai à l'autoclave, des expansions de 0,1 à 0,2 % ont évolué au cours de 8 années de conservation dans les trois ambiances comme le montre le diagramme ci-dessous.

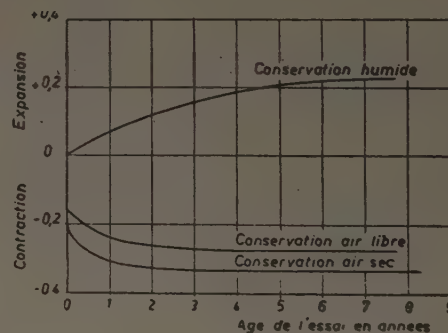


FIG. 7. — Ciments présentant à l'autoclave des expansions comprises entre 0,1 et 0,2 %.

Les variations de volume sont exprimées suivant les changements linéaires. Les éprouvettes utilisées dans les différents cas sont identiques à celles servant à l'essai à l'autoclave.

On en tire que :

a) Dans la conservation sous l'eau le ciment subit une expansion rapide pendant la première année; cette expansion diminue dans la suite, mais se continue néanmoins pendant 8 ans;

b) Dans une ambiance à 50 % d'humidité relative et à 21° C : le ciment se contracte très rapidement au début pour atteindre son maximum à 4 ans;

c) A l'air libre : les variations de longueur évoluent parallèlement entre les deux premières courbes : ce qui était à prévoir, vu les variations des conditions de température et d'humidité dans la conservation à l'air libre.

De l'ensemble de ces essais, YOUNG conclut qu'une expansion inférieure à 0,3 % dans la conservation sous l'eau peut être considérée comme donnant toute sécurité. Ce qui lui permet de fixer à 0,6 % le taux limite d'expansion.

sion à l'autoclave : ce taux de 0,6 % suivant la méthode de YOUNG correspond à 1 % suivant la méthode de la Portland Cement Association.

Grouper ensuite les ciments suivant les expansions à l'autoclave et leur comparant les déformations linéaires après 4 ans de conservation dans les trois ambiances, YOUNG établit une relation générale.

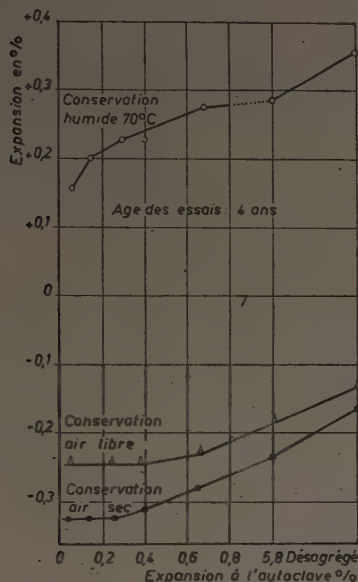


Fig. 8.

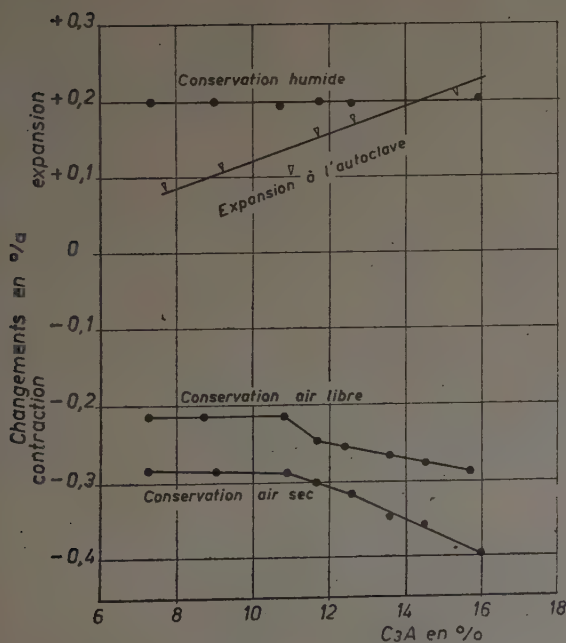


Fig. 9.

Suivant que l'expansion à l'autoclave augmente, l'expansion par conservation dans l'eau croît également. Dans la conservation à l'air libre et à l'air sec, les contractions varient peu pour des expansions à l'autoclave inférieures à 0,5-0,6 %, mais dès que ce taux est dépassé, les contractions diminuent fortement avec l'augmentation du taux de l'expansion retardée par suite des effets compensateurs dus précisément à l'expansion.

D'autre part, YOUNG constata que des ciments à teneurs élevées en C^3A (14,1 %) stables à l'autoclave donnaient une contraction élevée (0,5 % à 4 ans) en ambiance sèche et à expansion inférieure à la normale (0,2 % à 4 ans) en ambiance humide. Il groupa, suivant les teneurs en C^3A , tous les ciments à expansion retardée ou inférieure à 0,5 % et détermina les déformations linéaires dans les trois ambiances en fonction des teneurs en C^3A .

On observe que les teneurs en C^3A n'ont aucun effet sur l'expansion sous l'eau, mais augmente nettement l'expansion à l'autoclave. Dans l'air sec et dans l'air humide, les teneurs en C^3A de 8 à 11 % n'influent pas sur la contraction, mais dès que cette teneur est dépassée, les contractions augmentent fortement en fonction du pourcentage de C^3A .

2° CAS DE CEMENTS DÉSAGRÉGÉS PAR LE TRAITEMENT A L'AUTOCLAVE.

Parmi les cas exceptionnels étudiés par YOUNG, deux méritent une attention particulière parce que montrant l'influence de l'évolution du phénomène d'expansion pour des éprouvettes exposées à l'air libre. Il s'agit de ciments stables à l'essai normal standard A. S. T. M. mais instables à l'autoclave.

Le diagramme (fig. 10) ci-dessous diffère totalement du diagramme (fig. 7) relatif à l'évolution des ciments stables à l'autoclave dans les trois ambiances.

En effet :

1° Par la conservation sous l'eau : on constate une dilatation importante, augmentant régulièrement, mais ne paraissant pas encore terminée après 9 ans ;

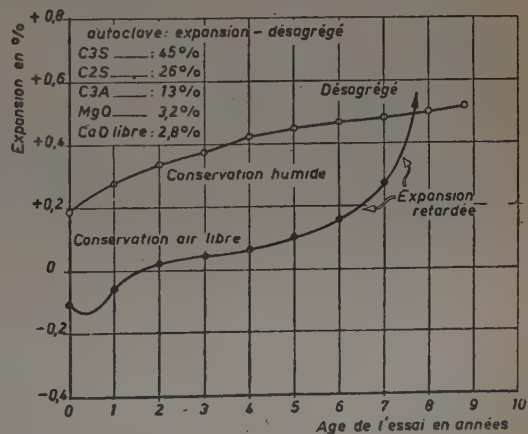


Fig. 10.

2° Par la conservation à l'air libre : on remarque un certain retrait se transformant rapidement en expansion : cette dernière, due vraisemblablement à l'hydratation de la chaux libre, reste pendant 6 ans sensiblement parallèle à la courbe de dilatation observée au cours de la conservation sous l'eau, pour augmenter brusquement dès la 6^e année et atteindre le stade de la désagrégation après environ 7 ans 1/2.

Cette courbe caractéristique des ciments ne satisfaisant pas à l'essai à l'autoclave explique, ainsi que l'estime YOUNG, le comportement de certaines routes en béton qui, après une conservation parfaite pendant 6 à 8 ans, ont montré subitement des défauts dus à la dilatation.

Quant au diagramme (fig. 11) il montre nettement que l'expansion à l'air sec et à l'air libre peut dépasser d'une manière bien marquée l'expansion par conservation dans l'eau dans le cas de ciments décomposables par l'essai à l'autoclave. En pareil cas, on peut prévoir la destruction du béton après une année de conservation à l'air libre.

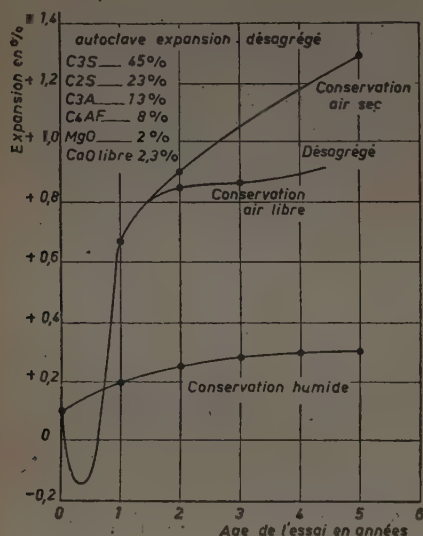


FIG. 11.

3° CONCLUSION DES TRAVAUX DE YOUNG.

Les expansions en potentiel ne se développent pas toujours; dans certains cas, elles sont neutralisées par des forces opposantes déterminant ainsi des exceptions plus apparentes que réelles à la loi générale. Aussi, YOUNG mitigea-t-il sa conclusion en estimant que l'essai à l'autoclave se justifie parce qu'éliminant les ciments ayant tendance à se comporter anormalement dans les conditions habituelles d'emploi.

D. Appareillage et mode opératoire.

Les A. S. T. M. Standards ont publié en 1944 la méthode Standard pour l'essai d'expansion à l'autoclave du ciment portland après l'avoir soumise à critique et l'avoir publiée comme « tentative method », de 1940 à 1943.

L'essai d'expansion à l'autoclave s'effectue sur des éprouvettes prismatiques de pâte normale A. S. T. M. après un durcissement de 24 h dans une armoire à air humide, à la température de 21° C; les éprouvettes ont une section de 1 pouce carré et 10 pouces de longueur effective. On entend par longueur effective la distance séparant les extrémités intérieures des plots de référence fixés dans la pâte au cours du moulage.

Les éprouvettes, après 24 h de durcissement, sont mesurées à l'aide d'un comparateur à cadran : elles sont ensuite placées verticalement dans un râtelier, par groupe de 8; le râtelier est introduit dans l'autoclave, lequel contient 7 à 10 % de son volume d'eau, c'est-à-dire une quantité d'eau suffisante pour maintenir l'atmosphère saturée de vapeur d'eau pendant toute la durée de l'essai.

L'autoclave consiste en une chaudière à haute pression munie d'un régulateur automatique de pression et d'une vanne de sûreté.

La capacité de chauffage du système sera telle qu'avec une charge maximum (eau + éprouvettes), la pression peut être élevée à la pression de régime 295 lbs/sq. inch. en 1 à 1,25 h à partir du moment de mise en marche.

Le régulateur automatique sera capable de maintenir la pression de 295 lbs \pm 10 lbs pendant au moins 3 h.

La pression de 295 lbs correspond à 215,7° C (420° F).

L'autoclave sera construit de telle sorte que la pression puisse descendre de 295 lbs à environ 10 lbs en 1 h après arrêt du système de chauffage. Il est muni d'une vanne destinée à laisser échapper l'air au début de l'essai et la vapeur à la fin du refroidissement (durée : 1 h).

Introduites dans l'autoclave, les éprouvettes sont soumises à une première période de chauffage par la vapeur; celle-ci dure environ 1 h, elle correspond à l'échappement de l'air et à la montée de la pression jusqu'à 295 lbs. Cette pression est maintenue pendant 3 h : c'est la période de l'autoclavage proprement dit.

Après cette période de 3 h à 295 lbs, le chauffage est arrêté. L'autoclave se refroidit en 1 h : la pression atteint environ 10 lbs. Le restant de vapeur est dégagé par la vanne. L'autoclave est ouvert.

Le râtelier portant les éprouvettes est introduit immédiatement dans un récipient contenant de l'eau à une température supérieure à 90° C. La température de l'eau immergeant les éprouvettes sera abaissée à 21° C en 15 mn. Après un séjour supplémentaire de 15 mn, les éprouvettes sont essuyées et mesurées, au comparateur. La différence entre les deux mesures donne directement en pour cent le changement de longueur exprimant, soit l'expansion, soit la contraction.

La longueur de 10 pouces est celle imposée par les A. S. T. M., on peut cependant procéder à l'essai avec des éprouvettes de 5 pouces.

E. Essais et recherches effectuées dans les laboratoires de la S. A. des Ciments de Thieu.

L'introduction définitive de la clause relative à la stabilité à l'autoclave des ciments portland, dans les spécifications nord-américaines, impose aux fabricants

belges, grands exportateurs de ciments vers les U. S. A., un examen méthodique de leurs fabrications en vue de leur amélioration éventuelle.

Dans ce but, des essais ont été entrepris dans les laboratoires de la S. A. des Ciments de Thieu.

Ils comportent diverses séries de travaux.

La première série détermine la régularité de la méthode et des divers opérateurs et apprécie les différences entre résultats obtenus sur des éprouvettes de 10 pouces et de 5 pouces.

L'importance de cette recherche apparaît plus évidente si l'on tient compte de ce que la souplesse et la sûreté d'un contrôle de fabrication sont d'autant plus grandes qu'il est possible, en une même opération et en un même temps, d'effectuer des essais plus nombreux.

Cette étude préliminaire s'impose pour pouvoir accorder, dans l'avenir, une foi constante dans les résultats d'un laboratoire déterminé malgré les aléas dus aux changements de personnel.

La seconde série examine l'influence des additions de sulfate calcique, de l'arrosage du clinker et de l'événement sur l'expansion à l'autoclave.

La troisième série s'assigne des buts plus directement en rapport avec la fabrication proprement dite : elle recherche la relation entre les résultats d'essais de stabilité effectués par la méthode à l'eau bouillante, à l'aide du dilatomètre LE CHATELIER, par la méthode d'exposition des éprouvettes à la vapeur à 100° C et par l'essai à l'autoclave.

En second lieu et surtout, elle s'applique à dégager l'influence des facteurs de fabrication : teneur en CaO libre, teneur en MgO et teneur en C³A (aluminate tricalcique).

La quatrième série d'essais complète les données à la troisième série par l'étude toute particulière de l'influence de la finesse de mouture et détermine le taux de mouture pour une fabrication certaine de ciments stables à l'autoclave, tout en tenant compte des autres facteurs de fabrication.

Enfin une cinquième et dernière série de travaux étudie la stabilité à l'autoclave des ciments à base de laitier granulé, l'influence des additions de laitier granulé sur l'expansion retardée des clinkers et l'amélioration de la stabilité des ciments portland par l'addition de matières pouzzolaniques.

1^o PREMIÈRE SÉRIE D'ESSAIS.

Les essais ont été effectués en suivant strictement les stipulations de la méthode imposée par les A. S. T. M. et en utilisant du matériel : moules, comparateur et autoclave construits par la Cenco-Menzel à Chicago.

A partir d'un ciment déterminé, un opérateur A a confectionné cinq éprouvettes de 10 pouces et six éprouvettes de 5 pouces; ces éprouvettes ont été essayées simultanément à l'autoclave : les résultats figurent au tableau ci-après : ESSAI I. — OPÉRATEUR A.

Le ciment, conservé pendant 48 h, dans une boîte métallique hermétiquement close, a été essayé à nouveau

par l'opérateur A : les résultats sont repris sous la dénomination : ESSAI II. — OPÉRATEUR A.

Enfin, 48 h après ce deuxième essai, un opérateur B a procédé aux mêmes essais : ESSAI I. — OPÉRATEUR B; le ciment a été conservé comme indiqué ci-dessus.

La différence pour un même opérateur dans des essais répétés est très faible, 0,05 %; elle peut être due d'ailleurs à la seule conservation. L'écart entre deux opérateurs différents est moindre encore et de l'ordre de 0,02 %.

EXPANSION SUR ÉPROUVETTES DE 10 INCHES

OPÉRATEURS	A		B
	I	II	I
Essais			
1	0,39	0,33	0,34
2	0,38	0,34	0,34
3	0,38	0,34	0,34
4	0,38	0,33	0,33
5	0,38	0,33	0,33
Expansion probable à l'autoclave en %	0,38	0,33	0,34

Enfin, si les expansions mesurées sur des éprouvettes de 5 pouces sont supérieures à celles mesurées sur des éprouvettes de 10 pouces, les différences ne sont que de l'ordre de 0,01 à 0,02 % et conséquemment, les éprouvettes de 5 pouces peuvent être employées en toute sûreté pour le contrôle de l'expansion à l'autoclave au cours de la fabrication. Il ne peut en découler qu'un contrôle plus serré et plus rigoureux.

2^o DEUXIÈME SÉRIE D'ESSAIS.

Ainsi que signalé précédemment, cette série a pour but de dégager l'influence de divers facteurs, étudiée ci-après.

1^o Influence des additions de sulfate calcique.

Le clinker à ciment portland normalement dosé en C³A, broyé sans addition d'un retardateur réagit si rapidement avec l'eau qu'il en résulte une prise instantanée. Or, on sait que, d'une part, seuls les aluminates ont une vitesse de réaction suffisamment rapide pour provoquer une semblable prise et que, d'autre part, tous les ciments portland contiennent des aluminates. Il est donc indispensable de régler cette vitesse par addition d'un retardateur : le gypse est le plus généralement utilisé.

L'effet de cette addition est d'entraver la réaction rapide des aluminates anhydres avec l'eau à la faveur de la moindre solubilité dans les solutions chaux-sulfate de chaux et de former comme produit d'hydratation du sulfo-aluminate tricalcique au lieu d'aluminates calciques hydratés.

Aussi, l'ajoute du gypse est-elle d'une importance primordiale dans la fabrication du ciment non seulement par son effet retardateur, mais également par son effet sur la structure de la pâte durcie dans les premiers temps de l'hydratation et par l'altération éventuelle des propriétés physiques de cette pâte au cours de sa conservation.

William LERCH dans son étude « Influence du gypse sur l'hydratation et les propriétés des pâtes à ciment » a développé ces divers points. Bien que l'examen détaillé de cette question sorte du cadre de la présente étude, on ne peut s'y dérober vu l'influence des additions de gypse sur les phénomènes d'expansion des ciments.

LERCH a recherché tout d'abord l'influence du gypse sur la vitesse de dégagement de la chaleur d'hydratation et, des courbes obtenues, il conclut qu'un ciment adéquatement retardé est celui qui contient la quantité minimum de gypse requise pour donner une courbe de vitesse d'hydratation présentant deux cycles de vitesse de dégagement de chaleur d'hydratation croissante et décroissante, et ne subissant aucun changement appréciable par de plus grandes additions de gypse pendant les trente premières heures d'hydratation.

LERCH explique l'évolution du dégagement de la chaleur d'hydratation d'après les réactions qui se passent dans les solutions de chaux et d'aluminate.

Ainsi que l'on peut s'en rendre compte à la figure 12, la vitesse de dégagement de chaleur augmente rapidement en 5 mn de 0 à un taux relativement élevé; ceci représente la chaleur dégagée aussitôt que l'eau est mélangée au ciment; elle résulte de la dissolution rapide des aluminates anhydres; cette vitesse diminue cependant très rapidement, c'est que, rapidement aussi, de la chaux et du gypse entrent en solution; celle-ci atteint en peu de temps une concentration suffisante en ces derniers composés pour entraver les premières réactions par suite de la réduction de la solubilité des aluminates anhydres dans les solutions chaux-gypse. Cette seconde période de l'hydratation

immédiate est figurée au diagramme (fig. 12) par la partie descendante de la courbe en pointillé. L'allure de la courbe en pointillé montre la nécessité d'une teneur minimum en gypse pour empêcher que les premières réactions ne prédominent et que la cristallisation des aluminates calciques hydratés dans cette première phase du phénomène ne détermine la prise instantanée de la pâte. L'addition de gypse ($\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{aq}$) ne peut être inférieure à 1,0 % exprimée en SO_3 .

La solution au cours de cette seconde période de l'hydratation immédiate s'est saturée en chaux et en gypse. Les aluminates continuent à s'y dissoudre lentement par suite de leur moindre solubilité dans la solution chaux-gypse et réagissent avec le gypse pour former du sulfo-aluminate calcique. Les silicates s'y dissolvent également et forment des silicates calciques hydratés : ces réactions constituent l'hydratation proprement dite, elles se développent graduellement libérant une nouvelle quantité de chaleur. Le phénomène est figuré au diagramme (fig. 12) par la première partie ascendante de la courbe en trait plein : il correspond à la prise initiale.

Au cours de cette phase, les grains de ciment les plus fins disparaissent graduellement, les silicates et les aluminates non encore hydratés se recouvrent d'un film protecteur constitué par les parties hydratées.

Il en résulte une diminution dans l'activité du phénomène, d'où une réduction de vitesse de dégagement de chaleur : cette phase correspond à la première partie descendante de la courbe en trait plein. D'autre part, la formation progressive du sulfo-aluminate tricalcique par réaction des aluminates avec le gypse diminue la concentration en gypse de la solution. Aussi, la solubilité des aluminates anhydres augmente à nouveau; si la proportion de ces aluminates est encore suffisante, il en résulte une réaction rapide accompagnée d'un dégagement de chaleur également rapide : ce phénomène qui correspond à la deuxième partie ascendante de la courbe en trait plein marque le durcissement initial.

On comprend que l'évolution des diverses phases du phénomène de l'hydratation dépend de la composition, notamment de la teneur en C_3A et en alcalis partiellement inclus dans les aluminates, de la finesse du ciment ainsi que de la teneur en gypse.

On sait que la substitution du sulfate de calcium semi-hydraté ($\text{CaSO}_4 \cdot 0,5 \text{aq}$) au gypse ($\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{aq}$) comme retardateur de prise provoque des perturbations dans l'allure de ce phénomène. Or, l'élévation de température au cours de la mouture du ciment peut provoquer une déshydratation partielle et, dans certains cas, totale du gypse.

FORSEN a expliqué cette différence du comportement des sulfates calciques bihydraté et semi-hydraté par la formation, dans le cas du gypse, d'un film protecteur de $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaSO}_4 \cdot 12 \text{aq}$ précipité sur les particules de ciment à la faveur de la solution saturée en CaSO_4 , dans le cas du plâtre, à la non-formation d'une telle protection par suite de la cristallisation de $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaOSO}_4 \cdot 31,5 \text{sq}$ dans la solution sursaturée de sulfate de calcium. FORSEN en concluait que le gypse retardait la prise tandis que le plâtre ne le pouvait pas.

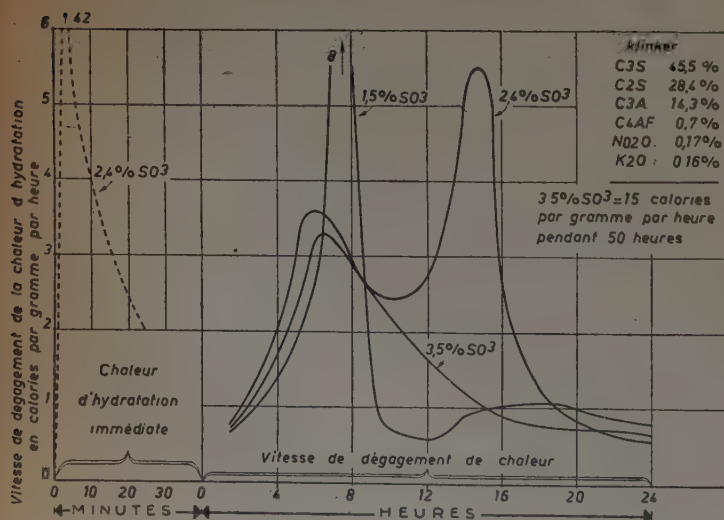


FIG. 12. — Vitesse d'hydratation des ciments à teneur élevée en C_3A , Al_2O_3 faible en alcali pour diverses teneurs en SO_3 variables.

LERCH en étudiant l'effet du gypse et du plâtre sur la vitesse de dégagement de la chaleur d'hydratation constate que l'utilisation du semi-hydrate ne provoque aucun changement appréciable.

Il en conclut que les perturbations dans le phénomène de prise dues au plâtre ne sont pas provoquées par des différences dans les réactions chimiques, mais à la prise même du plâtre.

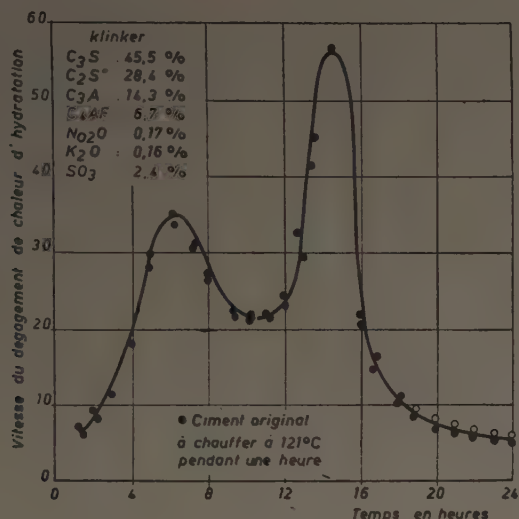


FIG. 13. — Effet du gypse et du plâtre sur la vitesse d'hydratation.

La théorie de la prise telle que proposée par LERCH explique, par la plus grande solubilité du semi-hydrate par rapport à celle du sulfate calcique bihydraté, que de faibles proportions de semi-hydrate pourront retarder l'hydratation alors que des proportions équivalentes de bi-hydrate ne le pourront pas.

LERCH constate également qu'en général le gypse augmente la résistance, mais que la quantité de gypse requise (de 3 à 5 %) pour obtenir la meilleure résistance varie avec la composition du clinker, notamment avec la teneur en alcalis et en C³A. Il attribue l'amélioration de la résistance par une grande teneur en gypse, tout au moins partiellement à son effet sur la structure même de la pâte durcie.

L'influence du gypse sur l'expansion n'est pas moins importante. Mais il importe de considérer séparément l'expansion dans l'essai à l'eau froide et l'essai à l'eau bouillante.

On sait que la limitation de la teneur en SO³ des ciments portland a pour but d'éviter une expansion retardée par réaction du gypse avec les aluminates en formant un sulfoaluminate calcique sans dissolution préalable vu la concentration élevée en chaux. C'est l'éventualité de cette réaction que recherche d'ailleurs l'essai de stabilité à l'eau froide comme l'imposent les normes officielles belges. Or, si l'on compare la variation du gonflement à l'eau froide et celle du temps de prise du ciment portland, on constate que la déformation à l'eau froide augmente rapidement pendant la prise même, c'est-à-dire pendant que la pâte

est suffisamment plastique pour subir, dans la pratique, une déformation sans effet fâcheux.

Cette particularité de l'essai de déformation à l'eau froide est de nature à écarter des ciments qui pratiquement ne pourraient donner lieu, de ce seul fait, à des difficultés. L'allure même de cette courbe s'explique si l'on considère que, précisément dans l'hydratation du ciment portland, la phase liquide atteint au cours des premières heures un état de sursaturation en chaux qui s'atténue dans la suite pour atteindre un taux constant, celui du coefficient de solubilité de la chaux; au cours de cette période, à la faveur même de la concentration élevée en chaux de la solution, le sulfate calcique réagit avec l'aluminate tétracalcique hydraté sans dissolution préalable de l'alumine de ce dernier et forme ainsi un sulfo-aluminate à fonction expansive. Le sulfate de chaux est d'ailleurs progressivement absorbé par cette réaction. Par l'analyse des solutions extraites des pâtes en hydratation, LERCH établit que, pour des ciments de teneurs moyennes et élevées en C³A sans égard pour leurs teneurs en alcalis et pour des ciments à teneurs élevées en alcalis sans égard pour les teneurs en C³A, des teneurs en gypse allant jusqu'à 3,5 % sont complètement absorbées par la réaction avec les aluminates au cours des premières 24 h pour autant que les ciments soient moulus à une finesse de 1 800 cm²/gr, finesse des ciments modernes actuels. LERCH conclut que la

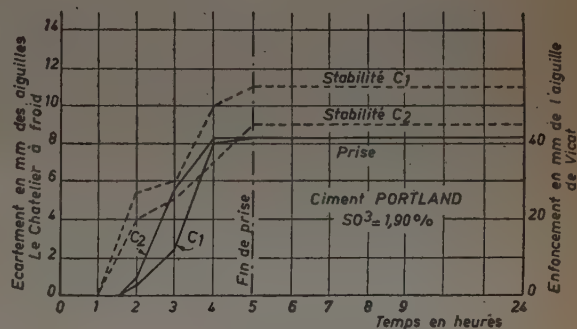


FIG. 14.

teneur en SO³ peut être augmentée au delà des limites admises par l'A. S. T. M. (2 %) sans qu'il y ait danger d'expansion retardée. D'ailleurs, des résultats d'expansion par conservation d'éprouvettes en mortier sous l'eau pendant 2 ans confirment cette observation.

Il en résulte donc que la déformation totale à l'eau froide se décompose en deux phases dont la première résultant du phénomène normal de durcissement du ciment sous l'eau se manifeste pendant que la pâte est encore plastique et, de ce fait, sans effet fâcheux dans la pratique et dont la seconde, bien moins importante parce que ne représentant que tout au plus 16 % du gonflement total, affecte, seule, la masse déjà prise. La déficience pratique de cet essai apparaît à nouveau si l'on compare le gonflement au cours des premières 24 h d'un même ciment avec conservation sous l'eau froide et à l'air à 85° hygrométrique : dans ce cas pour un ciment à 5 % de gypse, le gonflement est de l'ordre de 0,6 mm tandis qu'il est de 5 mm par conservation sous l'eau froide.

Les additions de gypse ont également une influence importante sur le gonflement à l'essai à l'eau bouillante; on voit au diagramme (fig. 15) qu'il en est de même sur l'expansion mesurée par l'essai à l'autoclave : l'action du sulfate de calcium semblant cependant moindre pour des teneurs supérieures à 4 %.

Il importe tout d'abord de signaler qu'au cours de la mouture du ciment, le dégagement de chaleur dû au travail de broyage donne lieu à un léger dégagement de vapeur par suite d'une déshydratation tout au moins partielle du gypse, même si ce dernier est introduit sec (dégagement de l'eau de cristallisation). Cette vapeur agit sur la chaux libre mise à nu par la fragmentation progressive des grains de clinker, et s'y combinant, l'amène à l'état de chaux éteinte $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ passive au point de vue de l'expansion.

Cependant, dans le cas repris au diagramme (fig. 15), les essais ont été exécutés à partir d'un même clinker expansif à l'autoclave broyé dans un moulin de laboratoire pour éviter tout échauffement et n'étudier que la variable : sulfate de chaux.

La diminution du gonflement à l'eau bouillante ou à la vapeur d'un ciment portland expansif (teneur normale en C^3A : 8 à 14 %), additionné de gypse, par rapport à un même portland exempt de gypse s'explique par le processus même de l'hydratation de ces ciments.

En effet, considérons le processus d'hydratation d'un même ciment portland.

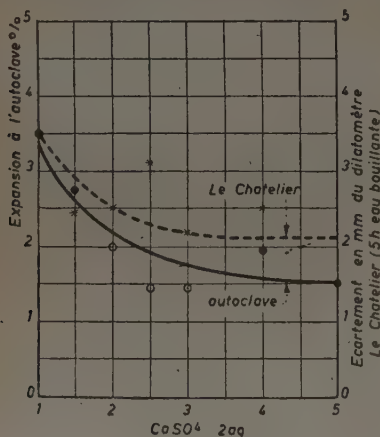


FIG. 15.

a) Non additionné de gypse.

Lors du gâchage avec l'eau, par suite de la dissolution rapide des aluminates anhydres dans la solution de chaux formée et de la cristallisation non moins rapide des aluminates calciques hydratés, il y a prise rapide et même instantanée. Les parties ainsi hydratées recouvrent d'un film protecteur les parties encore anhydres, et les constituants expansifs ainsi protégés du contact avec l'eau ne peuvent pas s'hydrater pendant que la pâte est à l'état fluide, phase pendant laquelle les effets de leur hydratation sont, sinon imperceptibles, du moins non destructifs. Lors du traitement à l'eau bouillante, par suite du grand

pouvoir pénétrant de cette dernière, les expansifs (CaO , MgO) sont attaqués par l'eau, et du fait que l'hydratation par celle-ci se fait sans dissolution préalable, il en résulte un gonflement dont les effets sont d'autant plus grands que le ciment hydraté dans les conditions ci-dessus est moins résistant.

b) Additionné de gypse.

L'addition de gypse au ciment provoque, lors du gâchage avec l'eau, la formation d'une solution chaux-sulfate de calcium dont la concentration en ces composés atteint rapidement la concentration suffisante pour entraver la dissolution des aluminates anhydres par suite de leur moindre solubilité dans les solutions chaux-gypse. La dissolution lente et progressive des aluminates et des silicates anhydres de calcium permet à la solution chaux-gypse d'attaquer une plus grande surface de particules anhydres, d'atteindre plus aisément les grains de chaux libre enrobés dans les cristaux de C^3S et les grains de périclase et d'en provoquer l'hydratation. Or, d'après les expériences de LAFUMA, l'hydratation de la chaux vive, tout comme celle de la magnésie libre, en présence de sulfate de chaux, se fait après dissolution préalable avec formation d'une solution sursaturée, c'est-à-dire dans des conditions qui atténuent le gonflement si elles ne le suppriment pas tout à fait. Il y a donc au cours du processus de prise (c'est-à-dire pendant que la pâte est plastique) des ciments additionnés de gypse, une diminution de la proportion des expansifs susceptibles d'hydratation ultérieure sans dissolution préalable, donc avec gonflement.

A cette première réduction des causes de gonflement, peut s'en ajouter une autre pendant le traitement à l'eau bouillante ou à la vapeur : si la proportion de gypse ajouté au ciment dépasse celle nécessaire à la combinaison avec les aluminates anhydres pour former le sulfo-aluminate tricalcique, l'excédent peut donner lieu à une solution chaux-gypse lors de la pénétration de l'eau dans la masse; cette solution réagira avec la chaux vive restante, l'hydratera à nouveau avec dissolution préalable et diminuera à nouveau la chaux susceptible d'être attaquée sans dissolution préalable : si la totalité du gypse a été absorbée par la réaction avec les aluminates, la solution de chaux formée hydrate la chaux libre et la périclase sans dissolution préalable : d'où gonflement. C'est à la combinaison de ces actions que l'on peut imputer la réduction du gonflement à l'eau bouillante et à la vapeur d'eau des ciments portland additionnés de gypse par rapport à celui des mêmes ciments exempts de gypse; la réduction sera fonction de la teneur en gypse dans le ciment : le gonflement restant sera en fonction des teneurs en CaO libre et en périclase hydratés, après durcissement de 24 h, par la solution de chaux.

Enfin, il n'est pas inutile de signaler que LERCH constate que le retrait à l'air sec diminue pour de plus grandes ajoutes de gypse, maximum 4 % SO_3 , que cette réduction peut être élevée de 30 à 50 % avec des ciments à haute teneur en C^3A ou en alcalis, qu'enfin, pour chaque clinker, la teneur en gypse donnant la plus faible contraction est celle donnant la résistance la plus élevée.

Il résulte, d'une façon générale, de l'étude de LERCH

que la quantité optimum de gypse (entre 1,9 et 4,5 % SO_3) nécessaire à l'obtention d'un ciment adéquatement retardé susceptible de la plus haute résistance et de la moindre contraction varie avec la finesse du ciment et la composition, notamment avec les teneurs en C_3A et en alcalis. Pour ces derniers, il faudra considérer la nature chimique, Na_2O exigeant plus de gypse que le K_2O , toutes autres conditions de composition du ciment restant les mêmes. Les contractions élevées dues aux alcalis et à C_3A peuvent cependant être fortement réduites par une teneur adéquate en gypse.

On peut conclure de l'examen des courbes diagrammes (fig. 15) et des constatations de LERCH que le taux minimum de l'ajoute de gypse peut être fixé à 4 %, mais qu'il y a intérêt au point de vue tant de l'expansion retardée que de la contraction à l'air, à s'approcher de la limite supérieure qui, en Belgique, est fixée pour les ciments portland à 3 % SO_3 .

2° Influence de l'arrosage du clinker.

L'arrosage du clinker à la sortie du four n'est certes pas un moyen scientifique d'éteindre la chaux vive. Mais il est incontestable que c'est un procédé facile et que des fabricants tenteront d'y recourir. L'arrosage du clinker incandescent provoque une diminution de l'expansion à l'autoclave d'autant plus importante que l'expansion elle-même est plus élevée.

3° Influence de l'événement.

L'événement par l'hydratation et la carbonatation de la chaux libre permet également une diminution de l'expansion; il agit de même vis-à-vis de l'expansion à l'autoclave. Son action est d'autant plus grande et rapide que l'ambiance de conservation est plus humide.

Cette amélioration de la stabilité par l'événement pourrait inciter certains spécialistes à la provoquer et à l'accélérer par addition, soit d'eau, soit de vapeur lors de la mouture et ainsi rendre stables des ciments provenant de clinkers cuits imparfaitement ou irrégulièrement. De tels procédés ne sont que des palliatifs. D'ailleurs si les spécialistes américains admettent que le clinker incandescent puisse être très légèrement arrosé, ils s'opposent par contre à ce que de l'eau ou de la vapeur soit introduite au cours de la mouture et imposent la mouture immédiate du clinker, l'emploi de gypse aussi sec que possible et la livraison du ciment dans les 6 semaines de sa fabrication. Ces exigences montrent que les spécialistes américains imposent la stabilité à l'autoclave pour le clinker même. Cependant, il n'existe pas actuellement de méthode d'essai permettant de s'assurer de leur respect. MERRIMAN a bien prescrit dans les spécifications pour le ciment portland destiné aux travaux de la New-York Board of Water Supply un essai spécial « Sugar Solubility Test » basé sur la mesure de l'alcalinité d'une solution sucrée à 15 % dans laquelle 15 g de ciment ont été secoués dans des conditions déterminées, mais ainsi que l'expose LERCH dans son étude « An Explanation of the Titration Values obtained in the Merriman Sugar Solubility Test for Portland Cement », les valeurs de titration dépendent en ordre principal de la teneur en SO_3 de la solution à la fin de la période de secouage : pour des teneurs en SO_3 inférieures à 0,1 g/l de la solution filtrée,

les valeurs de titration sont élevées et éminemment variables. L'augmentation de la finesse et le refroidissement du clinker sont également des facteurs déterminant des valeurs de titration élevées.

3° TROISIÈME SÉRIE D'ESSAIS.

Cette troisième série comporte l'étude de 117 clinkers commerciaux.

Il est jugé plus opportun de procéder à l'étude du clinker de préférence à celle du ciment; un clinker stable ne peut donner qu'un ciment stable; un ciment stable peut, lui, cependant, du fait de l'action extinctive de l'eau libérée par le gypse, provenir d'un clinker instable. La teneur en gypse a été, dans tous les cas, de 3 % à l'effet d'obtenir un ciment renfermant une teneur en SO_3 de 1,50 %, c'est-à-dire inférieure au maximum de 2 % imposé par les A. S. T. M. et de réduire ainsi l'influence de la teneur en gypse sur l'instabilité retardée.

L'analyse chimique a été faite suivant les méthodes classiques, le dosage de CaO libre, suivant la méthode glycérine-alcool de LERCH et BOGUE.

La constitution est exprimée en constitution calculée suivant la formule de BOGUE relative à celle d'un clinker à l'état d'équilibre complet et refroidi lentement.

Vu précisément l'influence de la phase vitreuse sur la stabilité, il peut être reproché à cette étude de n'avoir pas déterminé la constitution réelle. La pertinence de cette observation n'est pas contestée. Mais, il importe de souligner le but pratique initial de l'étude : déterminer, dans une usine existante, sans apporter aucune modification au matériel, aucun changement à la nature des matières premières utilisées, les variables du phénomène d'expansion retardée. Or, la variable sur laquelle il est possible d'agir le plus facilement, dans les conditions exposées ci-dessus, est, pour une finesse de mouture égale des mélanges bruts, la composition chimique.

Au surplus, on sait que, malgré de nombreuses recherches, la nature de la phase vitreuse n'est pas encore définitivement établie. Les méthodes d'évaluation quantitative de sa proportion dans le clinker — méthode microscopique, méthode de LEA et PARKER basée sur la composition chimique du clinker, méthode de LERCH et BROWNMILLER basée sur la différence de chaleur de solution du clinker commercial et du même clinker recuit et refroidi lentement pour atteindre l'équilibre complet — ne sont encore qu'approximatives.

Dans ces conditions, on comprend combien il est difficile, dans la pratique industrielle, d'étudier l'influence de la nature de la phase vitreuse et de sa proportion dans le clinker sur les propriétés du ciment et notamment sur la stabilité.

Néanmoins, comme par refroidissement brusque ou trempe, il faut entendre la vitesse d'abaissement de température de la matière depuis son point de clinkérisation (1 450 à 1 480° C), température à laquelle les constituants de la phase vitreuse sont à l'état liquide jusqu'à la température de trempe (1 280° C), on peut admettre que, dans une usine déterminée disposant d'un matériel moderne, la trempe s'effectue à la faveur d'une vitesse relativement constante pour une marche normale du four rotatif.

ÉTUDE SUR LA STABILITÉ A L'AUTOCLAVE

CLINKER n°	COMPOSITION POTENTIELLE D'APRÈS BOQUE							STABILITÉ au dilatomètre LE CHATELIER mm	STABILITÉ à l'autoclave moyenne de 3 éprouvettes %	FINESSE	
	% SiO ₂ 3CaO	% SiO ₂ 2CaO	% Al ₂ O ₃ 3CaO	% Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃ 4CaO	% SO ₃ Ca	% CaO	% MgO			s/4 900 mailles cm ²	s/10 000 mailles cm ²
1	40 ⁸⁰	37 ⁵⁵	9 ³⁹	8 ⁶⁷	0 ²⁹	0 ¹⁵	0 ⁸²	0	0 ²¹	4 ⁰	10 ⁴
2	40 ²⁰	37 ³⁰	12 ⁵⁰	8 ⁵⁰	0 ³⁰	0 ²⁵	0 ⁵⁵	0	0 ³³	4 ⁰	10 ⁰
3	42 ³⁵	36 ¹⁰	8 ⁸⁷	9 ⁰⁰	0 ⁴⁸	0 ³⁰	0 ²⁰	0,5	0 ¹⁶	4 ⁰	12 ²
4	41 ⁴⁰	34 ⁸⁰	12 ⁷⁰	9 ¹²	0 ²⁷	0 ³⁰	0 ⁷²	0,25	0 ⁸⁸	4 ⁰	11 ⁴
5	46 ⁶⁰	29 ³⁰	12 ¹⁰	8 ³⁷	0 ²⁸	0 ³³	0 ⁶⁵	0	0 ³⁶	3 ⁴	9 ²
6	32 ⁷⁰	44 ⁶⁰	10 ⁸⁵	8 ⁸⁶	0 ⁶³	0 ³⁷	0 ⁵⁸	0	0 ³⁰	4 ⁶	10 ³
7	35 ³⁰	39 ²⁰	15 ¹⁰	8 ²¹	0 ²⁵	0 ³⁹	0 ⁷⁰	1	0 ³⁷	4 ²	12 ⁶
8	34 ³⁰	44 ³⁰	10 ⁶⁰	8 ⁵⁰	0 ³⁴	0 ⁵⁰	0 ⁴⁶	0	0 ¹¹	3 ²	9 ⁰
9	50 ⁰⁰	27 ¹⁰	10 ⁷⁰	8 ⁸²	0 ⁴²	0 ⁵²	0 ⁶²	0	0 ³¹	3 ⁸	10 ⁰
10	31 ⁸⁰	44 ⁹⁰	12 ⁵⁰	8 ²⁰	0 ⁵⁰	0 ⁵²	0 ⁴⁰	0	0 ³³	3 ²	10 ⁰
11	47 ⁰⁰	29 ⁵⁵	13 ²⁰	8 ⁵⁰	0 ²⁰	0 ⁵⁴	0 ⁵⁵	0	0 ⁴⁵	4 ²	10 ⁸
12	27 ⁷⁰	50 ³⁰	11 ⁷⁰	7 ⁶⁰	0 ³⁷	0 ⁵⁵	0 ⁴⁷	0	0 ³⁵	3 ⁴	9 ⁶
13	37 ¹⁰	40 ³⁰	11 ⁵⁰	7 ⁹⁰	0 ⁴¹	0 ⁵⁶	0 ⁵⁵	0	0 ³³	3 ⁴	9 ⁶
14	54 ³⁰	22 ⁸⁰	11 ¹⁰	8 ⁷⁰	0 ²⁹	0 ⁵⁸	0 ⁵¹	0	0 ³⁸	3 ⁶	11 ⁰
15	32 ¹⁰	42 ³⁰	14 ⁷⁰	8 ⁷⁰	0 ⁶⁰	0 ⁶¹	0 ⁷⁶	0,5	0 ⁸⁰	4 ⁴	11 ⁶
16	42 ⁵⁰	35 ⁴⁰	10 ⁶⁰	8 ⁵⁰	0 ⁴⁷	0 ⁶²	0 ⁷⁰	1	0 ³⁵	3 ⁴	11 ⁰
17	42 ⁶⁰	34 ⁷⁰	11 ²⁰	7 ⁹⁰	0 ⁴⁶	0 ⁶⁷	0 ⁸⁰	0	0 ⁴⁷	4 ²	13 ⁶
18	38 ¹⁰	39 ⁶⁰	12 ³⁰	7 ⁶⁰	0 ⁵⁴	0 ⁶⁷	1 ⁰³	0,5	0 ⁴⁸	3 ⁶	9 ⁸
19	44 ⁴⁰	30 ¹⁰	14 ²⁰	8 ³⁸	0 ²²	0 ⁷⁰	0 ⁶³	0,5	0 ⁵⁸	4 ²	9 ⁶
20	44 ⁵⁰	31 ⁵⁰	12 ⁸⁰	7 ⁰⁰	0 ⁶⁰	0 ⁷⁰	0 ⁶⁰	1	2 ⁸⁰	3 ⁶	10 ⁸
21	40 ⁸⁰	36 ⁴⁰	10 ⁰⁰	9 ⁶⁰	0 ⁵⁴	0 ⁷⁵	0 ⁷⁴	0,5	0 ²⁹	4 ⁰	10 ⁸
22	38 ³⁰	40 ⁰⁰	10 ⁷⁰	7 ⁶⁰	0 ⁷⁶	0 ⁷⁵	0 ⁵⁰	0,5	0 ⁸³	3 ⁸	10 ⁶
23	37 ⁴⁰	37 ⁸⁵	14 ³⁰	8 ⁰⁶	0 ²⁹	0 ⁷⁵	0 ⁶⁰	1	0 ⁴⁶	3 ⁸	9 ⁶

LIANTS HYDRAULIQUES

CLINKER n°	COMPOSITION POTENTIELLE D'APRÈS BOGUE							STABILITÉ au dilatomètre LE CHATELIER mm	STABILITÉ à l'autoclave moyenne de 3 éprouvettes %	FINESSE	
	% SiO ₂ 3CaO	% SiO ₂ 2CaO	% AlPO ₃ 3CaO	% AlPO ₃ Fe ₂ O ₃ 4CaO	% SO ₃ Ca	% CaO	% MgO			s/4 900 mailles cm ²	s/10 000 mailles cm ²
24	49 ⁹⁰	27 ⁶⁰	10 ³⁰	837	0 ⁸⁵	077	078	0	0 ³³	3 ⁸	10 ⁸
25	51 ⁰⁰	25 ⁶⁰	10 ⁸⁰	912	0 ⁴²	0 ⁸⁰	040	0,5	0 ⁴⁹	3 ⁸	12 ⁴
26	47 ⁴⁰	20 ⁸⁰	11 ¹⁰	820	070	0 ⁸⁰	055	0	0 ²⁰	3 ²	10 ⁴
27	48 ⁷⁰	26 ³⁰	13 ²⁰	913	0 ³⁵	0 ⁸¹	065	0,5	0 ¹⁷	3 ⁰	12 ²
28	39 ²⁰	35 ⁷⁰	12 ⁸⁰	880	030	0 ⁸³	072	1	1 ⁴²	4 ⁶	13 ⁸
29	39 ⁶⁰	35 ²⁰	12 ⁵⁰	940	0 ²⁷	0 ⁸³	061	0	0 ⁷¹	3 ⁸	10 ⁶
30	39 ⁸⁰	36 ¹⁰	13 ⁸⁰	775	0 ³⁷	0 ⁸³	070	0,5	0 ⁵⁷	4 ¹	11 ²
31	47 ⁰⁰	30 ³⁰	11 ⁰⁰	790	065	0 ⁸³	078	0	0 ²⁸	4 ²	10 ²
32	42 ⁹⁰	33 ⁷⁰	12 ⁹⁰	760	036	0 ⁸⁴	065	0	0 ⁵¹	3 ⁶	11 ²
33	41 ¹⁰	35 ³⁰	12 ¹⁰	900	044	0 ⁸⁶	055	0	0 ³⁰	3 ⁴	11 ⁰
34	53 ⁰⁰	23 ⁸⁰	10 ⁹⁰	870	029	0 ⁸⁷	050	0	0 ³²	3 ⁶	11 ²
35	51 ¹⁰	26 ⁴⁰	10 ⁸⁵	880	025	0 ⁸⁹	062	0	0 ³²	4 ⁰	12 ⁶
36	62 ⁰⁰	17 ³⁰	9 ⁸⁰	760	020	0 ⁹¹	052	—	040	4 ²	10 ⁶
37	43 ⁹⁰	30 ²⁰	14 ³⁰	760	058	0 ⁹²	046	0	042	2 ⁶	10 ⁸
38	41 ³⁰	36 ⁹⁰	10 ⁷⁰	790	037	0 ⁹⁸	055	—	029	3 ⁶	10 ³
39	44 ⁹⁰	30 ⁵⁰	12 ⁶⁰	960	029	0 ⁹⁸	075	1	043	3 ²	10 ⁴
40	45 ⁷⁰	29 ¹⁰	13 ³⁰	850	051	1 ⁰⁰	030	1	264	4 ⁴	12 ⁸
41	35 ¹⁰	40 ¹⁰	13 ⁹⁰	840	058	1 ⁰⁰	067	0,5	0 ⁹⁰	5 ⁰	12 ⁴
42	50 ⁶⁰	26 ⁴⁰	10 ⁷⁵	850	030	1 ⁰⁴	072	1	023	3 ⁰	10 ⁶
43	44 ⁰⁰	33 ⁸⁰	9 ⁵⁵	925	017	1 ⁰⁵	065	0,25	022	4 ⁰	11 ⁶
44	42 ⁰⁰	35 ²⁰	11 ⁴⁰	810	039	1 ⁰⁸	075	0,5	038	4 ²	13 ⁰
45	54 ⁴⁰	23 ¹⁰	9 ⁹⁰	821	041	1 ⁰⁹	068	0,5	033	3 ⁸	11 ²
46	33 ⁹⁰	41 ⁹⁰	11 ³⁰	840	070	1 ⁰⁹	063	0 ⁵	062	3 ⁴	10 ⁶
47	44 ²⁰	33 ³⁰	10 ⁶⁰	760	059	1 ¹¹	062	0,5	031	4 ⁰	10 ⁴

INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS

CLINKER n°	COMPOSITION POTENTIELLE D'APRÈS BOGUE							STABILITÉ au dilatomètre LE CHATELIER mm	STABILITÉ à l'autoclave moyenne de 3 épreuves %	FINESSE	
	% SiO ₂ 3CaO	% SiO ₂ 2CaO	% Al ₂ O ₃ 3CaO	% Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃ 4CaO	% SO ₄ Ca	% CaO	% MgO			s/4 900 mailles cm ²	s/10 000 mailles cm ²
48	36 ⁶⁰	37 ¹⁰	16 ¹⁰	8 ⁸⁰	0 ²⁰	11 ¹⁷	0 ⁵¹	0,5	0 ⁹⁴	3 ⁸	11 ⁶
49	44 ²⁰	32 ⁰⁰	12 ⁸⁰	7 ⁴⁵	0 ⁸⁴	12 ¹	0 ⁵¹	0,75	0 ¹⁷	3 ⁴	11 ⁰
50	43 ⁵⁰	33 ³⁰	11 ⁵⁰	7 ⁹⁰	0 ⁵⁹	12 ⁰	0 ⁵¹	1	0 ²⁹	3 ⁰	10 ⁴
51	56 ²⁰	19 ⁷⁰	10 ⁷⁰	9 ²⁸	0 ⁶⁶	12 ⁰	0 ⁴³	1	0 ³²	3 ⁰	11 ²
52	44 ⁵⁰	32 ⁰⁰	11 ²⁰	8 ⁴⁰	0 ⁵⁰	12 ²	0 ⁶⁸	0	0 ³⁹	3 ⁸	10 ⁶
53	36 ⁰⁰	41 ⁰⁰	11 ³⁰	8 ⁰⁶	0 ³⁰	12 ³	0 ⁶⁵	1	0 ⁵⁷	3 ⁸	12 ⁰
54	35 ⁰⁰	41 ⁹⁰	11 ⁹⁰	8 ²⁰	0 ²²	12 ³	0 ⁶³	—	0 ⁵⁸	4 ²	12 ⁰
55	49 ¹⁰	30 ¹⁰	7 ²⁰	8 ⁵⁰	0 ³⁰	12 ⁵	0 ⁵⁰	0	0 ⁷⁸	3 ⁸	10 ²
56	43 ⁵⁰	32 ⁹⁰	11 ⁵⁰	8 ⁵⁰	0 ⁵⁴	12 ⁸	0 ⁴⁰	1	4 ⁰⁰	2 ⁸	11 ⁰
57	46 ⁵⁰	29 ¹⁰	9 ⁸⁰	10 ⁸⁵	0 ¹⁷	13 ⁰	0 ⁷²	0,25	0 ²⁹	4 ⁰	11 ⁰
58	43 ³⁵	32 ⁵⁰	11 ⁷⁰	8 ⁶⁵	0 ³⁴	13 ⁰	0 ⁷⁰	1	8 ⁷⁵	5 ⁰	13 ⁸
59	29 ⁶⁰	45 ⁸⁰	11 ⁰⁰	10 ⁵⁰	0 ¹⁷	13 ¹	0 ⁵⁵	1	7 ³⁴	5 ⁴	15 ⁰
60	50 ⁴⁰	27 ¹⁰	11 ²⁰	7 ⁹⁰	0 ³⁷	13 ¹	0 ⁶⁸	0	0 ³³	2 ⁶	10 ⁸
61	72 ⁴⁰	5 ⁴⁰	9 ⁴⁵	8 ⁵⁰	0 ¹²	13 ³	0 ²²	0	0 ⁴³	—	—
62	48 ²⁰	27 ⁷⁰	12 ¹⁰	8 ³⁷	0 ³⁰	13 ³	0 ⁵⁹	1,5	0 ⁵⁵	4 ²	10 ⁴
63	47 ⁸⁰	29 ⁷⁰	11 ⁶⁰	7 ⁷⁵	0 ³⁴	13 ⁴	0 ⁵⁵	0	0 ³³	3 ²	11 ⁰
64	39 ⁷⁰	36 ⁶⁰	12 ⁰⁰	8 ²¹	0 ⁴⁹	13 ⁵	0 ⁷⁷	0	0 ²⁵	2 ⁴	11 ⁸
65	41 ²⁰	36 ³⁰	11 ¹⁰	8 ⁰⁵	0 ³⁴	13 ⁵	0 ⁸⁰	0	0 ⁶⁴	4 ⁴	11 ⁶
66	42 ⁶⁰	33 ³⁰	10 ⁹⁵	9 ¹⁰	0 ⁴⁴	13 ⁹	0 ⁵⁶	0	1 ⁷⁶	3 ⁴	10 ⁶
67	51 ³⁰	26 ⁴⁵	10 ⁰⁰	9 ⁴⁰	0 ¹⁷	14 ⁰	0 ⁷⁷	0,5	0 ⁴⁵	4 ⁴	11 ⁶
68	54 ⁵⁰	22 ²⁰	9 ⁸⁴	8 ⁸²	0 ²⁶	14 ²	0 ⁵¹	0	0 ²²	3 ⁸	10 ⁶
69	38 ⁷⁰	37 ⁹⁰	11 ¹⁰	8 ⁸²	0 ³⁴	14 ⁵	0 ⁷⁵	0,75	0 ³⁹	3 ²	11 ⁶
70	47 ⁶⁰	29 ⁴⁰	10 ⁸⁸	9 ³⁰	0 ²⁵	14 ⁵	0 ⁷⁸	1	0 ⁵¹	3 ²	11 ⁰
71	40 ⁸¹	36 ¹⁰	10 ⁹⁰	8 ⁵⁰	0 ³⁴	14 ⁵	0 ⁷²	0,5	0 ³⁹	3 ⁰	9 ⁸

LIANTS HYDRAUTIQUES

CLINKER n°	COMPOSITION POTENTIELLE D'APRÈS BOUZE							STABILITÉ au dilatomètre LE CHATELIER mm	STABILITÉ à l'autoclave moyenne de 3 épreuves %	FINESSE	
	% SiO ₂ 3CaO	% SiO ₂ 2CaO	% Al ₂ O ₃ 3CaO	% Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃ 4CaO	% SO ₃ Ca	% CaO	% MgO			s/4 900 mailles cm ²	s/10 000 mailles cm ²
72	4170	3360	1300	840	064	145	045	0	044	36	108
73	4980	2560	1110	912	019	148	071	0,25	044	36	100
74	4290	3380	1130	860	025	150	070	1,5	087	40	110
75	5100	2560	980	821	061	155	075	2	800	44	136
76	4020	3680	1090	927	040	155	045	3,5	1010	30	112
77	3390	4140	1320	775	046	153	096	0	860	40	102
78	4530	3040	1160	940	048	153	068	—	046	26	94
79	4680	3000	1080	912	046	160	060	—	032	30	106
80	4450	2560	1460	1064	019	153	073	1,5	835	44	132
81	5980	1720	920	851	038	139	086	0,5	030	34	116
82	3600	3870	1285	880	030	160	025	1	800	24	106
83	4320	3260	1270	760	029	164	055	0	450	40	104
84	3960	3700	1020	880	058	169	065	—	765	30	124
85	5760	1730	1285	805	046	175	015	0	227	34	118
86	4390	3210	1285	851	027	178	059	1	062	30	88
87	4370	3220	1220	806	061	179	070	0,5	037	36	102
88	4210	3450	935	1000	051	180	070	1	535	48	134
89	5140	2390	1160	790	071	184	056	1	980	34	116
90	3850	3700	1110	912	041	185	060	0,75	870	44	132
91	5000	2600	1050	895	039	185	054	1	039	34	112
92	6010	1620	1100	805	047	189	066	—	660	32	104
93	6230	1390	1200	820	047	200	068	1	066	32	122
94	3540	4060	1270	805	025	201	060	1	780	48	126
95	4820	2930	1045	835	041	205	076	4	1100	38	102

INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS

CLINKER n°	COMPOSITION POTENTIELLE D'APRÈS BOGUE							STABILITÉ au dilatomètre Le Chatelier mm	STABILITÉ à l'autoclave moyenne de 3 éprouvettes %	FINESSE	
	SiO ₂ 3CaO %	SiO ₂ 2CaO %	Al ₂ O ₃ 3CaO %	Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃ 4CaO %	SO ² Ca %	CaO %	MgO %			s/4 900 mailles cm ²	s/10 000 mailles cm ²
96	49 ⁹⁰	25 ¹⁰	12 ²⁰	835	0 ⁵⁸	205	0 ⁶⁷	1	0 ⁵⁸	3 ²	11 ⁶
97	47 ⁶⁰	28 ¹⁰	12 ⁶⁵	775	0 ²⁵	210	0 ⁶⁰	2,75	10 ⁰⁰	4 ⁰	11 ²
98	45 ⁵⁰	32 ³⁰	8 ⁹⁰	900	0 ²⁵	210	0 ⁴⁸	0,75	0 ³⁸	3 ²	9 ⁶
99	48 ¹⁰	25 ⁴⁰	12 ⁰⁰	10 ²⁰	0 ⁴⁶	213	0 ⁷⁴	0,5	5 ³⁰	4 ²	12 ⁰
100	45 ¹⁰	30 ⁵⁰	10 ³⁰	840	0 ⁸⁸	215	0 ⁷⁵	—	4 ²⁰	2 ⁶	9 ⁴
101	50 ⁸⁰	26 ⁰⁰	10 ⁴⁵	886	0 ²⁰	216	0 ⁶⁷	5	5 ⁷¹	3 ⁰	10 ⁴
102	42 ⁹⁰	34 ⁷⁰	8 ⁷⁰	912	0 ³⁷	226	0 ⁶⁵	0,5	1 ⁶⁴	3 ⁴	9 ⁶
103	51 ⁸⁰	24 ⁵⁰	10 ⁰⁰	912	0 ⁴²	228	0 ⁸⁰	—	0 ⁶⁹	4 ⁴	12 ⁰
104	56 ³⁰	20 ⁷⁰	10 ⁴⁰	851	0 ⁵¹	233	0 ⁵⁹	0	0 ⁴²	4 ⁰	11 ²
105	48 ⁰⁰	27 ⁵⁰	11 ⁹⁰	654	0 ⁴²	185	0 ⁵⁴	1,5	4 ²⁰	4 ⁴	11 ⁶
106	57 ⁶⁰	17 ²⁰	10 ⁸⁵	821	0 ⁵³	250	0 ⁵⁹	4	10 ⁵⁰	3 ⁶	11 ²
107	44 ⁴⁰	30 ⁸⁰	10 ⁷⁰	867	0 ⁵⁸	256	0 ⁷²	1	10 ⁴⁰	3 ⁶	10 ⁴
108	54 ⁴⁰	20 ⁸⁰	12 ²⁰	840	0 ⁴¹	258	0 ⁶¹	1	0 ⁸⁰	4 ⁰	10 ⁶
109	42 ¹⁰	34 ⁰⁰	10 ⁸⁰	775	0 ⁴³	270	0 ⁶⁵	1,5	9 ¹⁰	3 ²	11 ⁴
110	49 ⁵⁰	23 ⁸⁰	12 ¹⁰	900	0 ⁴⁴	244	0 ⁶⁵	2	12 ²⁰	3 ⁶	10 ⁸
111	46 ⁰⁰	30 ⁰⁰	10 ⁴⁰	867	0 ⁵⁴	278	0 ¹⁹	2	9 ⁴⁰	3 ⁰	10 ²
112	48 ¹⁰	26 ⁰⁰	12 ⁰⁰	866	0 ²⁷	280	0 ⁵⁹	2	11 ¹⁰	4 ⁰	11 ⁰
113	44 ⁴⁰	32 ⁸⁰	9 ⁰⁰	880	0 ⁶¹	281	0 ⁶⁰	—	5 ¹⁰	4 ²	12 ⁰
114	50 ⁰⁰	25 ²⁰	10 ⁶⁵	851	0 ³⁹	341	0 ⁶¹	9	10 ⁰⁰	4 ⁴	10 ³
115	55 ³⁰	21 ¹⁰	9 ⁴⁰	851	0 ³²	342	0 ⁵⁰	7	8 ⁵⁰	3 ⁶	11 ⁴
116	45 ⁶⁰	28 ⁸⁰	11 ⁰⁰	836	0 ⁶⁰	347	0 ⁵²	6	11 ²⁰	3 ⁴	10 ⁶
117	56 ⁹⁰	16 ⁸⁰	10 ⁵⁰	970	0 ²⁹	398	0 ⁵⁹	6	10 ⁵⁰	4 ⁶	12 ⁰

Il en résulte que la teneur en phase vitreuse dépendra de celle de ces divers constituants dans la masse en cuisson, à savoir, en ordre principal, de ceux de l'aluminate tricalcique et du ferro-aluminate tétracalcique. Aussi, la relation entre la stabilité et la teneur en phase vitreuse sera-t-elle recherchée en calculant cette dernière suivant le formule de LEA et PARKER : $+ (2,95 X + 2,2 Y)$ dans laquelle X et Y représentent respectivement les pourcentages d' Al_2O_3 et de Fe_2O_3 dans le clinker.

Les stabilités à l'eau bouillante au LE CHATELIER et à l'autoclave ont été déterminées suivant les méthodes imposées.

Les ciments ont été moulus à des finesses sensiblement constantes.

Résultats des essais.

Les résultats sont classés au tableau n° 16 ci-après par ordre croissant des teneurs en CaO libre.

Les teneurs en MgO ne dépassent, dans aucun cas : 1,00, taux susceptible de commencer à déterminer une expansion à l'autoclave : ces teneurs en MgO restent en général voisines de 0,60 % et peuvent être considérées comme pratiquement constantes. Vu ces faibles valeurs, la magnésie peut être écartée dans la présente étude comme variable du phénomène d'expansion à l'autoclave.

CONCLUSIONS DES ESSAIS DE LA TROISIÈME SÉRIE

1° Relation entre l'expansion à l'eau bouillante à l'aide du dilatomètre LE CHATELIER et l'expansion à l'autoclave.

Les ciments du tableau n° 16 sont classés au diagramme (fig. 17) par ordre croissant des expansions à l'eau bouillante déterminées au dilatomètre LE CHATELIER et les expansions correspondantes à l'autoclave ont été déterminées.

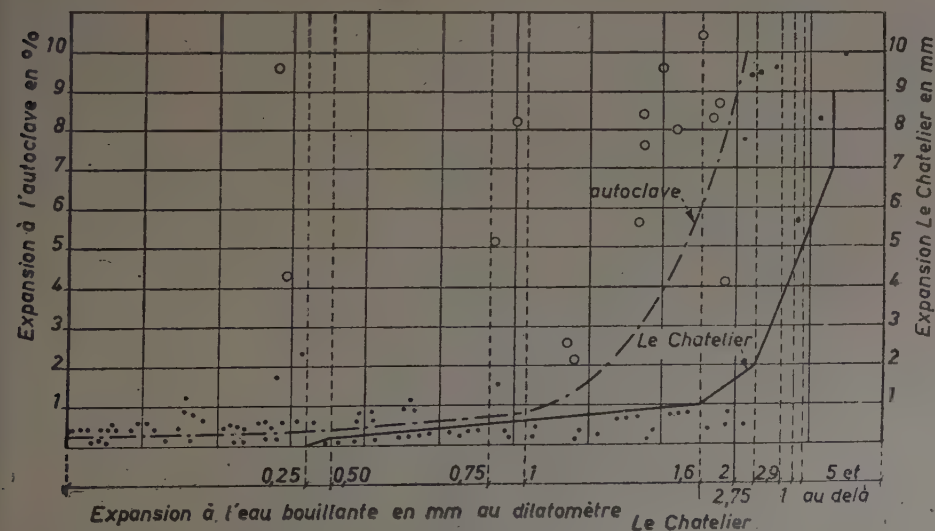


FIG. 17.

Ces dernières sont, en général, inférieures au taux imposé de 0,50 % pour des expansions nulles au dilatomètre LE CHATELIER, mais dès que celles-ci dépassent 0,25 mm les expansions à l'autoclave atteignent généralement 0,50 % et s'y maintiennent pour des expansions n'excédant pas 0,50 mm. Mais dès que l'expansion au LE CHATELIER dépasse 0,50 mm, et tout particulièrement lorsqu'elle atteint 1 mm, l'expansion à l'autoclave croît rapidement au point que les éprouvettes sont généralement désagrégées.

Bien qu'il n'y ait aucune relation franche entre les résultats des deux méthodes, on peut cependant conclure du diagramme que :

1° L'essai à l'eau bouillante suivant le mode opératoire de LE CHATELIER est incapable de déceler le potentiel d'expansion des ciments ;

2° Les taux maxima de 5-6 mm, admis par les normes officielles, correspondent à des ciments fortement expansifs à l'autoclave ;

3° Un ciment n'a de chance de satisfaire à l'essai à l'autoclave qu'à la condition que son expansion à l'eau bouillante mesurée au dilatomètre LE CHATELIER soit inférieure à 0,25 mm.

2° Relation entre l'expansion à la vapeur à 100° C et l'expansion à l'autoclave.

Les essais à la vapeur ont été exécutés en suivant le mode opératoire imposé par les A. S. T. M., à la différence que ce sont des éprouvettes de 10 pouces et non des galettes qui ont été exposées à l'action de la vapeur : ceci afin de pouvoir procéder à des mesures exactes.

Les ciments figurent au diagramme (fig. 18) suivant les expansions croissantes à l'essai à la vapeur et les expansions correspondantes à l'autoclave. L'expansion à la vapeur est bien inférieure à celle mesurée à l'autoclave. Tout comme l'essai à l'eau bouillante, cet essai à la vapeur ne peut mesurer le potentiel d'expansion des ciments.

Au surplus, le taux imposé de 0,5 % maximum d'expansion à l'autoclave est dépassé dès que celle mesurée après essai à la vapeur dépasse 0,075 %.

Devant de telles exigences, il n'est pas exagéré de conclure que peu de ciments actuels satisfont à cet essai et que, pour y satisfaire, des modifications profondes s'imposent dans la fabrication du ciment portland.

3° Relation entre l'expansion à l'autoclave et divers facteurs dépendant de la composition chimique.

a) Relation entre l'expansion à l'autoclave et la somme des constituants expansifs ($CaO + MgO + C^3A$).

La dispersion des points ne permet pas d'établir une relation

entre l'expansion à l'autoclave et la somme des constituants (CaO libre + MgO + C^3A) : tout au plus peut-on prévoir que l'expansion augmente avec cette somme.

b) Relation entre l'expansion à l'autoclave et la teneur en chaux libre :

Le diagramme (fig. 19) établit la relation entre l'expansion à l'autoclave et la chaux libre sans tenir compte de l'action éventuelle de C^3A et de MgO .

On constate tout d'abord que même les ciments à teneurs en CaO libre inférieures à 0,5 % ont un certain potentiel d'expansion : ce qui permet de conclure que ce dernier n'est jamais nul pour les ciments portland les mieux fabriqués. De plus, le diagramme peut se subdiviser en quatre zones suivant la stabilité à l'autoclave :

1° Une zone de stabilité : c'est-à-dire une zone pour laquelle les expansions sont généralement inférieures à la tolérance maximum de 0,5 %.

Elle comprend les ciments dont la teneur en CaO libre est inférieure à 0,70 %.

2° Une zone de faible expansion : c'est-à-dire dont l'expansion reste voisine de 0,50 % mais avec une tendance déjà marquée à dépasser ce taux.

Elle comprend les ciments de teneurs en CaO libre s'étendant de 0,70 à 1,50 % environ.

3° Une zone d'expansion imprévisible : Dans cette zone relative à des ciments contenant de 1,50 à 2,5 % de chaux libre, les expansions se groupent pour certains ciments, autour de la limite de 0,50 % tandis que d'autres la dépassent et atteignent même la désagrégation.

4° Une zone d'expansion certaine : Les ciments à 2,5 % et plus de CaO libre sont désagregés au cours de l'essai.

L'examen de cette figure ne permet cependant pas de tirer une relation franche et précise de l'influence de la chaux libre ; chaque zone comprend un nombre de points singuliers qui laissent présumer l'action d'autres variables. Or, les seules parmi ces dernières pouvant intervenir dans

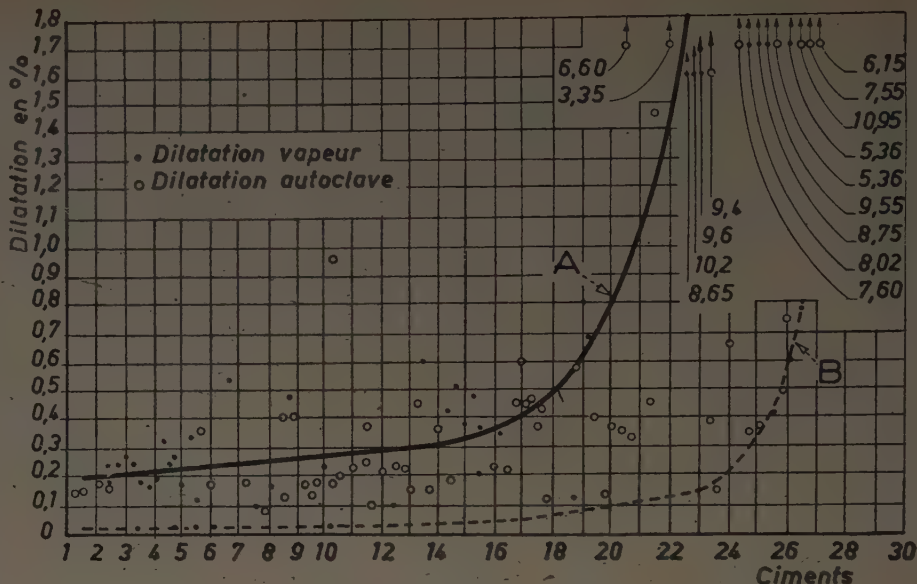


FIG. 18. — Dilatation vapeur et dilatation autoclave.

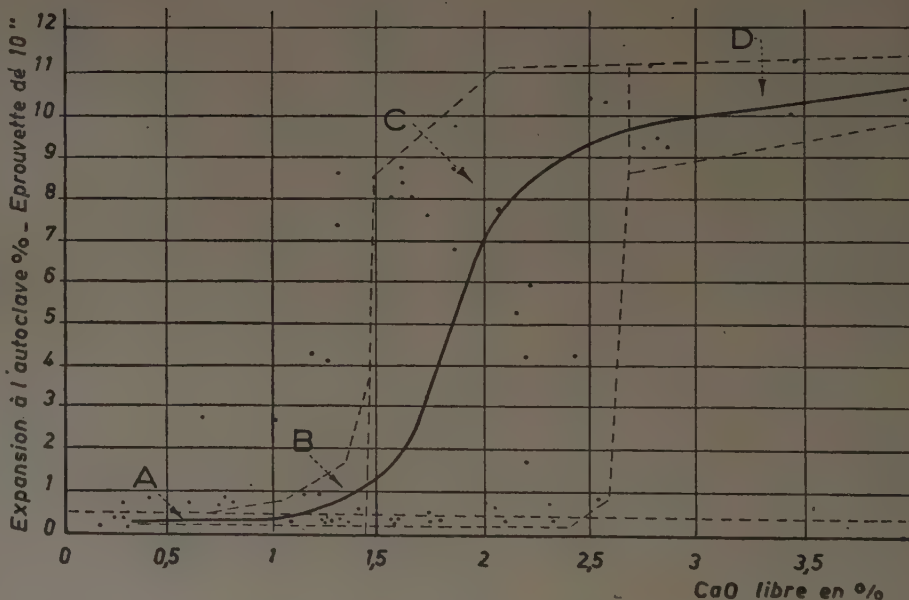


FIG. 19. — Relation entre l'expansion à l'autoclave et le CaO libre.

- A. — Zone de stabilité ;
- B. — Zone de faible expansion ;
- C. — Zone d'expansion imprévisible ;
- D. — Zone d'expansion certaine.

l'allure du phénomène sont la magnésie et l'aluminate tricalcique.

La très faible teneur en MgO permet d'écarter cette variable dans le présent cas et de ne retenir que la teneur en aluminate tricalcique.

c) Relation entre l'expansion à l'autoclave et la teneur en aluminat tricalcique :

A l'effet de dégager l'influence de la teneur en aluminat tricalcique (C^3A), divers diagrammes ont été tracés.

1° Le premier diagramme (fig. 20) donne, pour des ciments renfermant de 0,30 à 0,37 % de CaO libre et moulus à la même finesse (1 700 cm^2/g), la variation de l'expansion en fonction de la teneur en aluminat tricalcique.

On peut en conclure que, même pour des ciments ne renfermant que peu de chaux libre, l'expansion augmente rapidement avec la teneur en C^3A .

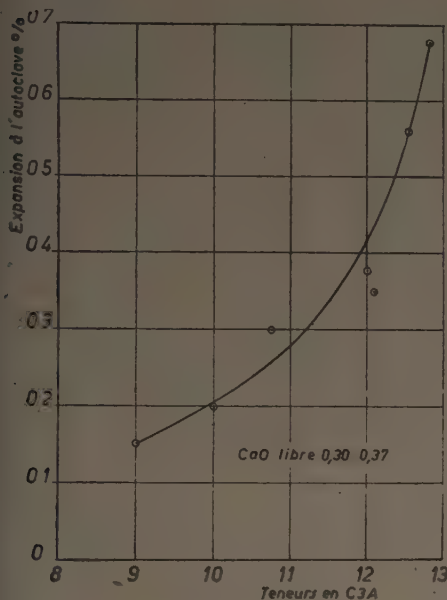


FIG. 20. — Influence de la teneur en aluminat tricalcique.

Une teneur en C^3A de 12 % semble être une limite.

2° Le second diagramme (fig. 20 a) précise la variation de l'expansion à l'autoclave en fonction de la chaux libre pour des ciments de teneurs en C^3A de 12,50 % et de 10,70 %.

Ces courbes montrent éloquentement qu'un ciment renfermant une moindre teneur en C^3A sera susceptible de contenir une plus grande proportion de CaO libre avec une moindre expansion.

Dans le cas particulier des présents essais, il ressort que pour un ciment de teneur en C^3A de 10,70 %, l'expansion retardée n'est qu'accidentelle pour des teneurs en CaO libre allant jusqu'à 1,60 %.

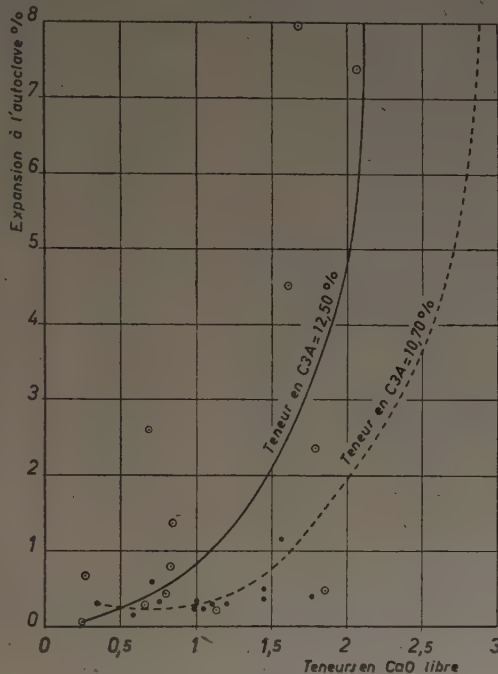


FIG. 20 a. — Influence de la teneur en aluminat tricalcique.

d) Relation entre l'expansion à l'autoclave et la teneur en phase vitreuse.

La teneur en phase vitreuse a été calculée par la formule résumée de LEA et PARKER = Verre = $(2,95 X + 2,2 Y)$. Les résultats sont résumés au tableau n° 21, d'où il se confirme :

1° Que la CaO libre restant dans le clinker augmente à mesure que la quantité de phase vitreuse diminue;

2° Qu'il est difficile d'obtenir un clinker à la fois à teneur en phase vitreuse inférieure à 22 % et à faible teneur en CaO.

Au surplus, on constate que les difficultés à atteindre la stabilité à l'autoclave évoluent avec la teneur en phase vitreuse.

TABEAU N° 21. — RELATION ENTRE LA STABILITÉ A L'AUTOCLAVE ET LA TENEUR EN PHASE VITREUSE.

TENEUR en phase vitreuse	CIMENTS STABLES A L'AUTOCLAVE						CIMENTS INSTABLES A L'AUTOCLAVE					
	Proportions en % des ciments essayés	Caractéristiques chimiques				Expansion à l'autoclave	Proportions en % ciments	Caractéristiques chimiques				Expansion à l'autoclave
		C ₃ A % à l'équilibre complet suivant Bogue	C ₄ AF %	Rapport C ₃ A C ₄ AF	CaO libre %			C ₃ A % à l'équilibre complet suivant Bogue	C ₄ AF %	Rapport C ₃ A C ₄ AF	CaO libre	
Inférieure à 22 %	44 %	9,3	8,4	1,11	1,40	0,40	56 %	9,7	8,2	1,18	2,3	6,3
22-24 %	63 %	10,4	8,1	1,28	0,91	0,30	37 %	10,6	8,4	1,26	2,1	6,3
24-26 %	39 %	11,5	8,5	1,35	1,12	0,34	61 %	12,0	8,4	1,42	1,7	4,4
Supérieure à 26 %	33 %	13,2	8,5	1,55	0,86	0,38	67 %	13,2	8,7	1,51	1,0	3,2

Pour des teneurs inférieures à 22 %, les ciments atteignent plus difficilement la stabilité à l'autoclave : ce qui s'explique par leur teneur normalement plus élevée en chaux libre.

Les teneurs de 22-24 % semblent être des optimums qu'il importe de ne pas dépasser; au-dessus d'une teneur de 24 %, la difficulté augmente rapidement. Ceci s'explique si l'on considère que les ciments à 22-24 % de phase vitreuse sont ceux dont la constitution calculée suivant BOQUE donne une teneur en C^3A de 10,4 %, et dans les ciments à teneur en phase vitreuse supérieure à ce taux les proportions de C^3A augmentent. Ces considérations établies sur des valeurs moyennes confirment donc les conclusions tirées de cas particuliers au sujet de l'intérêt d'une limitation de la teneur en C^3A entre 10 et 11 %.

L'augmentation des teneurs en phase vitreuse est due, comme l'indique celle des rapports :

$$\frac{C^3A}{C^4AF}$$

à de plus grandes proportions de C^3A . A partir de cas particuliers, il est possible de prévoir l'influence favorable du ferroaluminate tétracalcique.

Il s'en dégage que, pour une teneur en phase vitreuse de 22-24 %, la teneur en C^4AF la plus favorable à l'obtention d'un ciment stable à l'autoclave sera à celle de C^3A dans le rapport :

$$\frac{C^3A}{C^4AF}$$

compris entre 1,00 et 1,05.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES DE LA TROISIÈME SÉRIE D'ESSAIS

Des résultats de la troisième série d'essais, une conclusion générale peut être tirée au point de vue des facteurs de fabrication proprement dite, à savoir : pour s'assurer toutes les chances de produire au four rotatif un ciment stable à l'autoclave, il importe que celui-ci ait une teneur en C^3A comprise entre 10 et 11 %, une teneur en C^4AF telle que le rapport $\frac{C^3A}{C^4AF}$ soit de 1,00 à 1,05 et une proportion de CaO libre inférieure à 1 %.

La phase vitreuse représentera 22 à 24 % du poids du clinker.

Nous rappelons que YOUNG constate que pour des teneurs supérieures à 11 % de C^3A , les ciments présentent une plus grande contraction à l'air libre et à l'air sec.

4^e Quatrième série d'essais.

L'examen des diagrammes décèle cependant, même pour les teneurs les plus favorables en CaO libre et en aluminat tricalcique, des expansions à l'autoclave assez élevées.

Ainsi, un ciment à 10,95 % de C^3A renfermant 1,39 % de CaO libre donne une expansion de 1,76 %, tandis qu'un autre ciment de même teneur en aluminat tricalcique contenant 1,45 % de CaO libre ne présente que 0,51 % d'expansion; un troisième ciment, de composition identique à celle du deuxième, ne donne que 0,39 %.

De tels accidents ne peuvent que provoquer des troubles dans la marche d'une fabrication, créant une atmosphère d'incertitude. Il était donc indispensable d'en rechercher la cause pour s'assurer, en toute certitude, une production de ciment stable dès la sortie des moulins.

L'étude de l'influence de la finesse fut spécialement entreprise. A cet effet, 9 clinkers de compositions différentes furent moulus avec 4 % de gypse sec à des finesses variant de 3 400 à 1 700 cm^2/g .

La finesse du ciment a été déterminée suivant diverses méthodes, elle est exprimée :

a) En résidus au flouromètre de MAYNTZ et PETERSEN, appareil d'utilisation pratique industrielle.

b) En surface spécifique au turbidimètre de WAGNER.

Des résultats obtenus suivant les diverses méthodes de mesure de la finesse, il a été possible de tirer la relation entre la finesse exprimée en résidus au flouromètre de MAYNTZ et la finesse exprimée en surface spécifique (fig. 22).

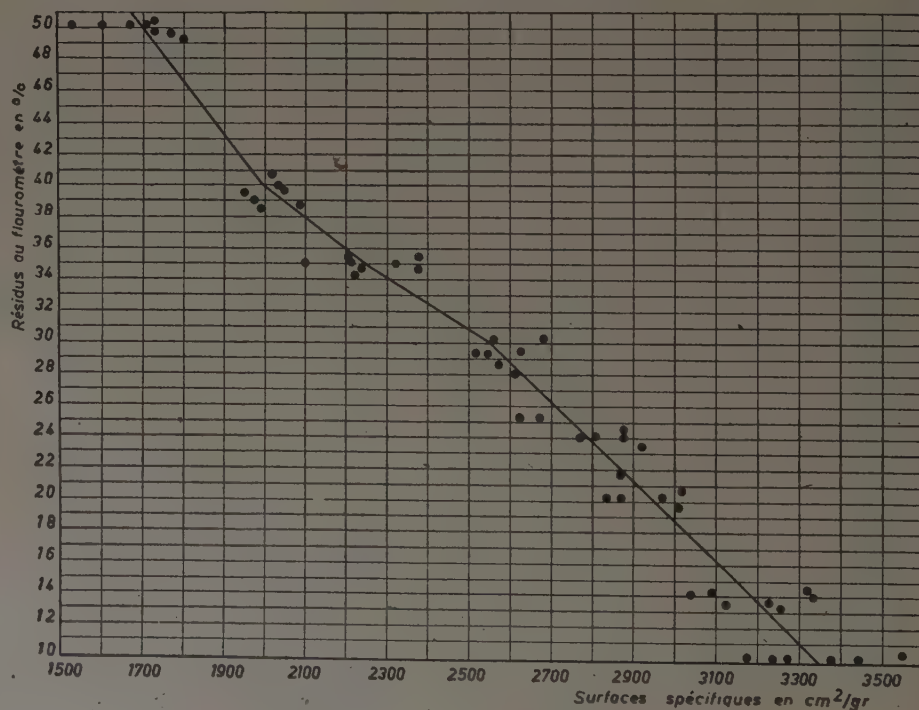


FIG. 22. — Relation entre résidus au flouromètre et surfaces spécifiques.

Relation entre l'expansion à l'autoclave et la finesse de mouture.

Le diagramme (fig. 23) montre cette relation.

On constate que les ciments les plus instables deviennent

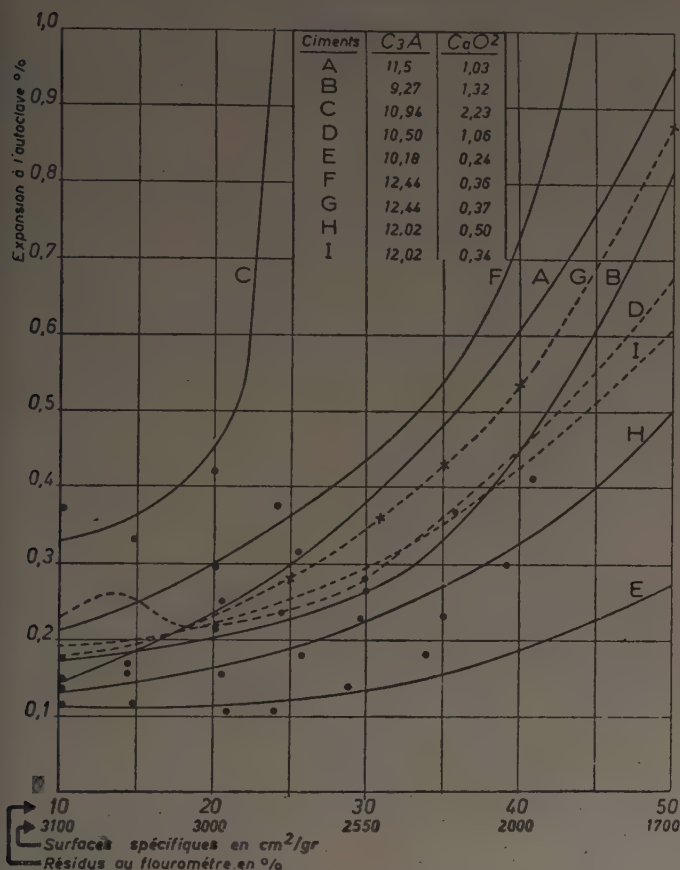


FIG. 23. — Résidu au flouromètre et surfaces spécifiques.

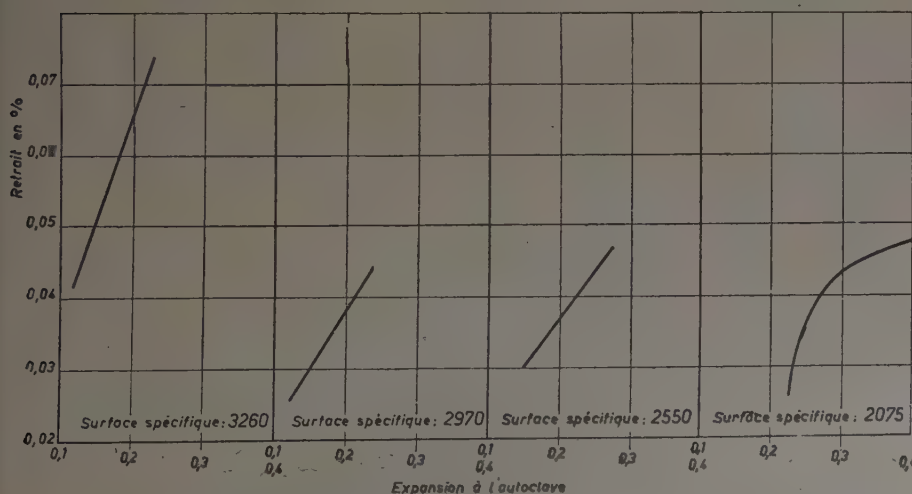


FIG. 24. — Relation entre l'expansion à l'autoclave et le retrait à 3 mois pour des ciments de mêmes surfaces spécifiques.

stables lorsque la finesse de mouture est suffisamment élevée et que pour éviter toute expansion il est nécessaire d'atteindre 3 000 cm²/g (ciment C). Cependant, des ciments réalisent la stabilité avec des finesse de mouture bien moindres : de 2 000 à 2 300 cm²/g (ciments A B D G) et même dès 1 800 cm²/g (ciments E - H).

Mais le fait que des ciments de finesse identique ont des expansions nettement différentes montre que la finesse n'est pas la variable principale. Au surplus, réaliser la stabilité à l'autoclave par la seule finesse de mouture est à la fois onéreux et susceptible d'entraîner des difficultés non moins graves dans le comportement du béton par un retrait excessif dû à une finesse exagérée.

Aussi, faut-il considérer la composition des ciments atteignant la stabilité avec les moindres surfaces spécifiques. Or, le diagramme (fig. 23) montre que la stabilité à l'autoclave est réalisée :

1° Si la teneur en C₃A est comprise entre 9,3 et 10,2 avec des teneurs en CaO libre de 1,3 à 0,28 % lorsque la finesse est de 1 800 à 2 000 cm²/g ou 40/50 % au flouromètre de MAYNTZ;

2° Si la teneur en C₃A est de 11,5 à 12,5 % avec des teneurs en CaO libre de 1 à 0,5 % lorsque la finesse est est de 2 550 cm²/g ou 30 % de résidu au flouromètre de MAYNTZ.

Comme on s'en rend compte, la finesse de mouture à réaliser varie avec la composition et notamment avec la teneur en C₃A, mais comme la finesse de mouture a une influence importante sur le retrait du ciment, il importe d'adopter la finesse susceptible de donner le moindre retrait et de modifier en conséquence la composition chimique.

A cet effet, des essais ont été effectués en pâte normale A. S. T. M. sur des éprouvettes de 1 pouce carré de section et 10 pouces de longueur, avec conservation à la température de 20 à 22° C et une hygrométrie de 70 %. La variable finesse a été éliminée en ne considérant la relation Retrait-Expansion que pour des ciments de mêmes finesesses.

De ces diagrammes, il ressort qu'aux faibles expansions à l'autoclave correspondent les moindres retraits. Bien plus, les moindres retraits semblent être obtenus avec des ciments stables à l'autoclave, moulus à des finesse de 2 550 à 2 075 cm²/g, soit entre 30 et 40 % de résidu au flouromètre de MAYNTZ, d'où l'intérêt d'une finesse de mouture de l'ordre de 35 % de résidu au flouromètre de MAYNTZ (3 % de résidu au tamis de 4 900 mailles par cm²). Outre qu'une semblable finesse est réalisable avec les ateliers de mouture actuels et ce sans dépense exagérée de force motrice, elle permet une prise normale et des résistances équivalentes à celles exigées pour les ciments à haute résistance initiale. Or, la réalisation d'un ciment stable à l'autoclave avec cette finesse de 2 250 cm²/g (25 % de résidu au

flouromètre), susceptible de donner un ciment à moindre retrait, exige une composition chimique telle que la teneur en C^3A soit comprise entre 10 et 11 %, que celle en CaO libre soit inférieure à 1 % et que le rapport $\frac{C^3A}{C^4AF}$ soit de 1 à 1,05.

Les résultats de cette quatrième série d'essais confirment les conclusions tirées de la troisième.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES DES QUATRE SÉRIES D'ESSAIS EFFECTUÉS AUX LABORATOIRES DE LA S. A. DES CEMENTS DE THIEU.

Des résultats des essais effectués aux laboratoires des Ciments de Thieu, il résulte nettement que la fabrication de ciments à faible potentiel d'expansion est délicate.

Des spécialistes pourront la critiquer et invoquer que les ciments satisfaisant aux clauses ordinairement imposées pour la stabilité, et notamment à l'essai de stabilité à l'eau bouillante avec mesure au dilatomètre LE CHATELIER, se sont parfaitement comportés et ont donné satisfaction.

Mais il n'est pas moins vrai que les spécifications officielles Nord-Américaines l'imposent. Ceci est un fait, et les fabricants qui fournissent des ciments pour l'importation en U. S. A. devront se soumettre à ses conséquences. Cette considération n'est pas du domaine de la technique : elle n'exprime qu'une nécessité.

Des résultats, il ressort que la technique actuelle du ciment portland devra être fortement améliorée.

Il est indispensable, pour que le ciment satisfasse à l'essai à l'autoclave, que son expansion, mesurée au dilatomètre LE CHATELIER, soit nulle.

Les troisième et quatrième séries établissent qu'il est possible d'y arriver en réglant la composition du clinker de telle sorte que, la magnésie restant limitée à une teneur inférieure à 1 %, la teneur en C^3A soit entre 10 et 11 % et celle en CaO libre, inférieure à 1 %.

Ces clinkers pourront être légèrement arrosés, ce qui en facilitera la mouture au taux préconisé de 35 % au flouromètre de MAYNTZ, soit 2 250 cm^2/g ou $3/2$ % de résidu au tamis de 4 900 mailles/ cm^2 .

L'ajoute de gypse, d'ailleurs limitée par les tolérances officielles relatives à la teneur en SO^3 , sera comprise, de préférence, entre 5 et 6 % avec un minimum de 4 %.

Il est bien entendu que la préparation des mélanges à cuire sera particulièrement soignée, tant au point de vue de son dosage et de sa régularité qu'au point de vue de sa finesse.

Le dosage sera réglé en tenant compte de la teneur en cendres du combustible et de la composition de ces dernières.

Les résultats des expériences relatives au retrait des ciments stables à l'autoclave tendent à confirmer les travaux de YOUNG : il semble hors de doute que les améliorations en vue de produire des ciments stables à l'autoclave auront une incidence favorable sur les autres propriétés du ciment et que le seul fait d'un progrès nouveau doit obliger les fabricants à orienter leurs efforts vers ce but.

5^e CINQUIÈME SÉRIE D'ESSAIS EFFECTUÉS DANS LES LABORATOIRES DE LA S. A. DES CEMENTS DE THIEU SUR DES CEMENTS MÉTALLURGIQUES DE HAUT FOURNEAU ET DES CEMENTS MÉTALLURGIQUES SURSULFATÉS.

Le ciment portland, si parfait soi-même, présente toujours un certain potentiel d'expansion.

D'autre part, certains spécialistes ont estimé que la réalisation de ciments pour lesquels, à la dilatation à l'essai à l'autoclave se substituerait une contraction, constituerait un nouveau progrès.

De tels ciments donneraient le maximum de sécurité au point de vue de la conservation du béton.

Comme on peut prévoir une meilleure tenue des ciments métallurgiques à l'essai d'expansion à l'autoclave du fait de leur moindre teneur en CaO libre, de la nature vitreuse du laitier granulé et de la combinaison de la silice active du laitier avec la chaux libérée par la prise, le comportement des ciments à base de laitier granulé de haut fourneau à l'autoclavage a été examiné.

Essais de stabilité à l'autoclave des ciments métallurgiques de haut fourneau.

De nombreux ciments de haut fourneau commerciaux ont été soumis à cet essai ; la plupart contenaient une proportion de laitier voisine de 70 % ; la teneur en SO^3 était de 2,5 % et la finesse d'environ 2 100 cm^2/g ou 38 % de résidu au flouromètre de MAYNTZ.

On constate que l'expansion à l'autoclave est très faible, nulle ou négative : elle varie de — 0,006 % à + 0,055 %, le signe (+) désignant la dilatation et le signe (—), le retrait.

On pourrait objecter que les clinkers utilisés pour la fabrication de ces ciments de haut fourneau présentaient soit une stabilité parfaite à l'autoclave, soit une expansion suivant le cas considéré et que les résultats obtenus ne confirment ni n'infirment la qualité de stabilité des ciments métallurgiques et moins encore l'action favorable du laitier granulé.

Aussi, les essais ont été repris en partant de clinkers expansifs à l'autoclave. Ces clinkers furent additionnés de proportions croissantes de laitier granulé : de 10 à 100 %. Une proportion de 5 % de gypse sec y fut ajoutée dans chaque cas et le mélange broyé à une finesse de mouture de 2 200 à 2 400 cm^2/g , soit 33-35 % de résidu au flouromètre de MAYNTZ.

On constate qu'il suffit de procéder parfois à une faible addition de laitier granulé (5 à 10 %) pour que l'expansion retardée tombe en dessous de la limite conseillée de 0,40 %.

Dès que la proportion de laitier granulé atteint 75 % (25 % de clinker) la modification de longueur à l'autoclavage est négative. Cependant, l'addition de laitier granulé nécessaire à la neutralisation de la CaO libre du clinker sera d'autant plus élevée que son potentiel d'expansion est lui-même plus grand.

Ces constatations confirment celles faites sur les ciments de haut fourneau commerciaux : ces derniers ont une parfaite stabilité à l'autoclave.

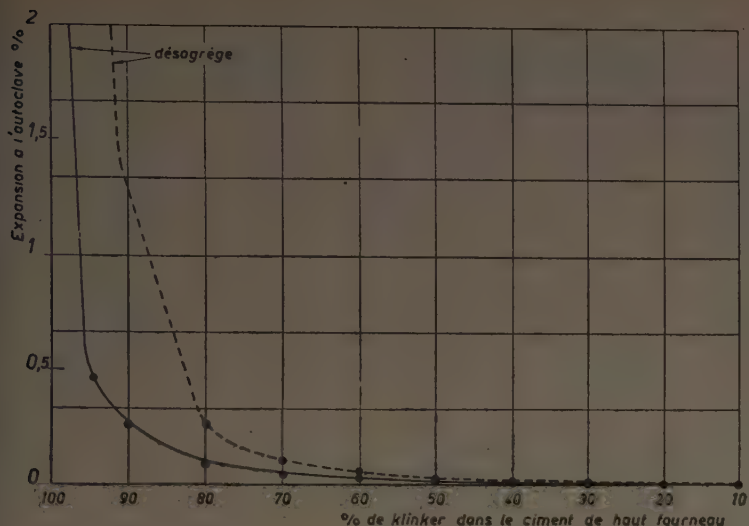


FIG. 25. — Influence de la teneur en clinker sur l'expansion à l'autoclave des clinkers fortement expansifs.

Essais de stabilité à l'autoclave des ciments métallurgiques sursulfatés.

Les ciments métallurgiques sursulfatés ne renferment, d'une part, que de très faibles teneurs en CaO libre provenant des additions infimes de clinker et, d'autre part, des constituants à l'état vitreux et conséquemment incapables d'expansion retardée; il est donc logique de prévoir leur parfaite stabilité à l'essai à l'autoclave. De nombreux essais effectués sur des ciments métallurgiques sursulfatés commerciaux confirment l'absence d'expansion retardée; la modification de longueur provoquée par l'autoclavage se manifeste dans le sens d'une faible contraction : généralement de $-0,16\%$ à $+0,02\%$.

CONCLUSIONS DES ESSAIS SUR LES CEMENTS A BASE DE LAITIERS GRANULÉS

Vu la parfaite stabilité de ces ciments et les observations de YOUNG sur le comportement des ciments à faible expansion retardée dans les diverses ambiances, on peut présumer d'une supériorité des ciments métallurgiques par rapport aux ciments portland les plus stables.

En effet, sans potentiel d'expansion ou tout au plus avec un très faible potentiel d'expansion, les ciments métallurgiques sont exempts des phénomènes de fissurations dus à l'expansion de la chaux libre, de la périclase et de l'aluminate tricalcique cristallin; la constitution essentiellement vitreuse du laitier granulé est une première garantie contre le défaut d'expansion retardée; la neutralisation de la chaux par la silice active en est une autre. Mais ces phénomènes d'expansion ne sont pas les seuls à engendrer des modifications de volume de la pâte de ciment; selon sa structure, elle pourra être affectée par des facteurs physiques, notamment par l'état hygrométrique de l'ambiance.

Il est donc indispensable avant d'appliquer les conclusions de YOUNG aux ciments métallurgiques de procéder à

des vérifications prolongées du comportement de ces derniers ciments dans les diverses ambiances adoptées par ce spécialiste. Des essais sont en cours aux laboratoires des Ciments de Thieu. Les résultats ne sont pas encore suffisamment nombreux ni relatifs à des âges suffisamment avancés pour prévoir l'évolution du phénomène et pour comparer les courbes obtenues à la courbe idéale de YOUNG : cette question fera l'objet d'une publication ultérieure.

6° SIXIÈME SÉRIE D'ESSAIS EFFECTUÉS DANS LES LABORATOIRES DE LA S. A. DES CEMENTS DE THIEU

A l'effet de confirmer l'innocuité de la magnésie à l'état vitreux sur le phénomène d'expansion retardée, il est intéressant de citer les expériences exécutées avec un laitier basique de haut fourneau granulé par refroidissement brusque et dont la teneur en MgO atteignait $13,50\%$.

Ce laitier dont l'analyse est reprise ci-dessous :

SiO ₂	27,50
Al ₂ O ₃	12,50
Fe ₂ O ₃	4,15
CaO	37,55
MgO ⁴	13,50
MnO	2,30
S	1,45
SO ₃	0,46

fut d'abord essayé en ciment de haut fourneau par ajout de 30% de clinker à ciment portland pour 70% de laitier, le mélange étant additionné de 5% de gypse et ensuite en ciment métallurgique sursulfaté avec addition de 13% de sulfate de calcium.

ESSAIS	EN CIMENT de haut fourneau	EN CIMENT MÉTAL sursulfaté
Stabilité au dilatomètre LE CHATELIER.		
à l'eau froide	5 mm	3 mm
à l'eau bouillante	1 mm	1 mm
stabilité à l'autoclave	$+0,003\%$	$+0,002\%$

Les résultats obtenus montrent son parfait comportement aux divers essais d'expansion.

Des essais effectués, tant en ciment de haut fourneau qu'en ciment sursulfaté, avec un second laitier granulé à $10,50\%$ de MgO confirment ces premières constatations.

Ces expériences confirment l'innocuité de la MgO dissoute dans la phase vitreuse et ce même en teneurs très élevées. Des expériences sont en cours aux laboratoires des Ciments de Thieu pour étudier le comportement de ces ciments métallurgiques à teneurs élevées en MgO dans les diverses ambiances de YOUNG.

7^o SEPTIÈME SÉRIE D'ESSAIS EFFECTUÉS
DANS LES LABORATOIRES DE LA S. A. DES CEMENTS DE THIEU

Afin d'examiner l'amélioration de l'expansion retardée par les additions de matières pouzzolaniques, du clinker nettement expansif a été additionné de proportions croissantes de pouzzolane d'Auvergne et de Kieselguhr. Bien que moins actives que les laitiers basiques, ces pouzzolanes donnent, pour des additions de 20 %, une forte amélioration de la stabilité.

Il est probable que des résultats plus satisfaisants eussent été obtenus s'il avait été fait usage d'une pouzzolane plus active, telle, par exemple, la terre de Santorin.

Ceci montre tout l'intérêt du vœu émis, il y a 20 ans, par M. le Professeur ERCULISSE dans son travail *Contribution à l'étude de la composition chimique des ciments et des Phénomènes de prise et de durcissement*.

Les circonstances économiques actuelles et notamment la nécessité impérieuse d'économiser le charbon lui ont d'ailleurs donné plus d'acuité : il y a un intérêt national et technique à ce que le ciment portland ne soit pas vendu tel quel mais serve de matière première à la préparation de mélanges de ciment et à ce que la fabrication des ciments métallurgiques soit largement développée.

Nous souhaitons que cet aperçu de l'expansion retardée des ciments, lequel sera complété par notre publication *Contribution à l'étude de la stabilité des ciments* (actuellement sous presse) et préfacée par M. Henri LAFUMA, suscite

des études complémentaires de la part de nos confrères : une telle émulation ne peut qu'améliorer la qualité des ciments et maintenir bien le haut renom de l'industrie cimentière belge.

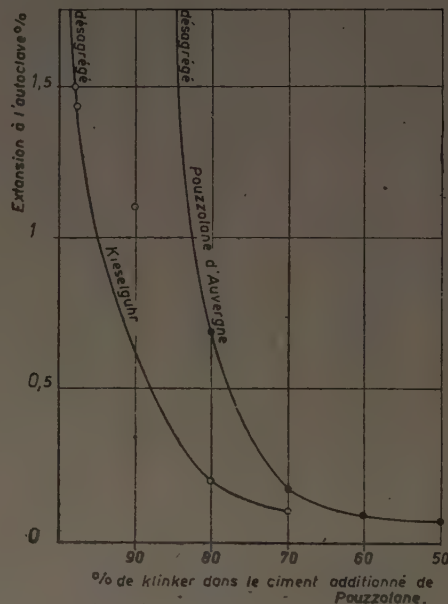


FIG. 26.

DISCUSSION

M. LE PRÉSIDENT. — Messieurs, avant de remercier M. BLONDIAU, je voudrais demander si, conformément à la tradition de l'Institut Technique, un auditeur a une explication à lui demander.

M. l'Inspecteur Général MAYER. — Je crois qu'il y a une question qui pourrait intéresser tous ceux qui vous ont écouté : pouvez-vous leur préciser si les phénomènes que vous avez étudiés, phénomènes d'instabilité du béton, qui se rapportent à des durées de conservation d'ouvrages de 6 à 7 ans, peuvent avoir une répercussion sur les incidents que nous avons eu l'occasion de constater ces derniers temps et qui portent sur des durées beaucoup moins longues ?

L'instabilité peut être constatée, au cours des dernières observations, à 28 j ou à 3 mois ; elle joue un rôle dans les cas, qui ont préoccupé et ont fait l'objet d'examen au Centre des Liants, de bétons qui ont donné des résistances à 3 mois inférieures à des résistances à 1 mois ; dans d'autres cas le durcissement s'est arrêté à 7 j à peine.

Pourriez-vous nous dire s'il y a un lien entre ces questions ?

En admettant que les irrégularités dont je vous parle soient dues aux ciments, ce qui n'est pas démontré, vous nous avez indiqué qu'elles n'étaient pas dues à l'incorporation du laitier, comme on aurait pu le craindre à certains moments, mais nous voudrions savoir si les études que vous avez poursuivies peuvent, dans une certaine mesure, éclairer la question qui nous préoccupe.

M. BLONDIAU. — Évidemment les phénomènes que vous signalez n'ont pas de rapport avec les phénomènes d'instabilité à longue échéance.

Dans la question des ciments métallurgiques, il faut d'abord tenir compte de la technique de celui qui les utilise. On constate rarement des chutes de résistance dans les ciments métallurgiques, mais ceux-ci ont en général des résistances plus faibles que les ciments portland.

Il convient de tenir compte de ce fait que les ciments métallurgiques sont plus sensibles aux sables mauvais que les ciments portland. Si vous avez un sable défectueux, vous aurez moins de difficultés avec un ciment portland qu'avec un ciment métallurgique. Peut-être peut-on penser que les anomalies que vous avez observées doivent être recherchées dans le sable. *A fortiori*, avec les ciments sursulfatés, si vous utilisez du sable qui ne soit pas convenable, vous aurez encore plus de difficultés qu'avec du ciment métallurgique.

M. DURIEZ. — Nous voudrions une précision en ce qui concerne la question du sable. Est-ce la granulométrie, la nature, ou la propreté des grains qui intervient ?

M. BLONDIAU. — La propreté et la teneur en matière argileuse.

M. HUPNER. — J'ai cru comprendre, dans l'exposé de M. BLONDIAU, que le conférencier avait signalé que des clinkers, qui comportent des risques d'instabilité, pourraient arriver à être améliorés et à donner toutes garanties avec des adjonctions de laitier variant entre 5 et 15 %.

S'il en est ainsi ne pourrait-on pas recourir à une adjonction systématique de laitier, sans aller jusqu'à la teneur du ciment métallurgique, et cette méthode ne serait-elle pas de nature à donner des garanties et à procurer les apaisements nécessaires ?

M. BLONDIAU. — Le ciment métallurgique donne des garanties au point de vue de la stabilité retardée, mais je vous ai indiqué qu'en ce qui concerne le retrait des ciments métallurgiques tous

les essais ne sont pas terminés ; au point de vue de la stabilité retardée il y a certainement des résultats favorables.

M. HUPNER. — Je voudrais encore vous poser une autre question : est-ce qu'en Belgique les cimentiers s'assurent de la qualité du laitier granulé par un essai à l'usine sidérurgique, ou sont-ils tenus, comme en France, à faire les expériences à la cimenterie et pour chaque produit ?

M. BLONDIAU. — Il y a certains pays qui imposent des normes, mais la plupart du temps on a recours à l'essai direct.

Dans tous les pays on se trouve au même point à ce sujet. Les laitiers français sont loin d'être mauvais au point de vue de la fabrication des ciments. J'ajoute que, dans nos pays, il y a un intérêt, non pas seulement national, mais technique, à utiliser les laitiers. Je pense que nous n'avons pas le droit — je parle surtout de la Belgique — de gaspiller en ce moment notre charbon. Nous n'avons pas en effet de mines d'or et nos mines d'or sont constituées par le charbon. Donc, puisque nous pouvons constater les mêmes résultats en utilisant le laitier, je ne vois pas pourquoi nous aurions recours au charbon.

M. HUPNER. — Il s'agit du laitier non granulé ?

M. BLONDIAU. — Il s'agit du laitier granulé. Il n'y a pas de normalisation du laitier granulé en Belgique. Je parle de laitier de cimenterie, et non pas de laitier concassé.

Pendant la guerre une route provinciale a été faite avec du ciment sursulfaté, contenant par conséquent environ 85 % de laitier et des agrégats constitués de laitiers concassés. Je sais bien qu'il n'est pas possible de substituer le ciment métallurgique, d'une façon complète, au ciment portland, car celui-ci a des applications bien nettes dans lesquelles il doit être utilisé.

Quant au ciment métallurgique il a des applications également intéressantes dans les conditions actuelles.

M. CAQUOT. — Je tiens à dire à M. BLONDIAU qu'en France également nous avons étudié le grand problème de l'utilisation des laitiers et que nous sommes arrivés aux mêmes conclusions que lui en ce qui concerne l'intérêt national de cette utilisation.

Je voudrais lui parler d'une autre question, au point de vue technique, celle de la grosseur des sables. Nous sommes arrivés à cette constatation que les sables fins au-dessous de 0,3 mm sont très nocifs et que dans tous les cas la résistance à la gelée dépendait de la nature du ciment.

M. BLONDIAU. — Le ciment métallurgique est plus sensible au froid que le Portland.

M. CAQUOT. — Je parle après la prise et après le durcissement. Nous avons fait une série d'essais.

M. BLONDIAU. — Il y avait également en Hollande une grande quantité de travaux en ciments métallurgiques, parce que la Hollande utilisait des ciments métallurgiques venant d'Allemagne. Or là, la température est différente, mais je n'ai pas connaissance qu'il y ait eu de difficultés.

M. CAQUOT. — Nous avons procédé à une classification des ciments à la suite d'essais à la gelée. Les ciments soumis ainsi à l'effet de la gelée se sont nettement séparés les uns des autres.

M. LE PRÉSIDENT. — Personne n'a plus d'explications à demander à M. BLONDIAU ?

Je suis persuadé que je serai votre interprète en remerciant en votre nom M. BLONDIAU de sa très intéressante communication.

PUBLICATIONS TECHNIQUES PARUES

N° 1

Étude des ciments aux rayons X, par A. GUINIER et J. BROCARD.
(Épuisée.)

N° 2

La vibration du béton frais, par R. L'HERMITE et G. TOURNON.

N° 3

Hydratation et hydrolyse des silicates et aluminates de calcium en fonction de la température, par J. BROCARD.

N° 4

L'influence de la présence du sulfate de calcium sur la prise et la résistance des ciments silicatés, par P. JOLIBOIS et A. NICOL.

N° 5

La cuisson du ciment sur grille mobile, par R. DICHARRY.

N° 6

Emploi des ciments spéciaux pour barrages en France, par J. CLERET DE LANGAVANT.

N° 7

La mesure de la chaleur d'hydratation des ciments par la méthode Thermos, par J. CLERET DE LANGAVANT.

N° 8

Détermination de la granulométrie des ciments, par P. LHOPITALIER et Ch. MOMOT.

N° 9

Nouvelles recherches sur la gélivité des bétons. Les bétons aérés, par O. VALENTA.

N° 10

L'expansion des ciments mesurée par l'essai à l'autoclave, par L. BLONDIAU.

NOTES D'INFORMATION PRÉCÉDENTES

N° 1

Nature et caractéristiques des produits hydrauliques fabriqués en France (Novembre 1947), par J. CLERET DE LANGAVANT.

N° 2

L'organisation du Centre d'Études et de Recherches de l'Industrie des Liants Hydrauliques, par H. LAFUMA.

N° 3

L'utilisation des laitiers comme source principale d'économie de combustible en cimenterie, par H. LAFUMA.

N° 4

Le Centre d'Études et de Recherches de l'Industrie des Liants Hydrauliques, par H. LAFUMA.

MANUEL DE LA CHARPENTE EN BOIS, N° 4

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES
DU BOIS DE CHARPENTE
PROPRIÉTÉS ET EMPLOIS
DES DIFFÉRENTES ESSENCES

Par M. J. CAMPREDON,
Directeur de l'Institut National du Bois.

SOMMAIRE

I. — Généralités	Pages. 2	IV. — Hygroscopie	Pages. 17
II. — Structure des bois	4	Le bois et l'humidité atmosphérique. Séchage à l'air.	
Bois résineux et feuillus. Identification des bois. Sec-		Influence de l'humidité sur la tenue du bois. Rétrac-	
tion transversale. Qualité, provenance, structure.		tabilité du bois.	
Qualités comparées du cœur et de l'aubier.		V. — Essences utilisées dans la construction	20
III. — Technologie	13	Les bois de pays. Les bois d'importation. Utilisation	
Défauts. Nœuds, fentes et autres défauts. Altérations.		des différentes essences.	
Influence des défauts sur les propriétés mécaniques.		Dimensions normalisées des débits des bois. Caractéris-	
		tiques comparées et bois à utiliser suivant les types	
		de travaux.	

RÉSUMÉ

Les bois utilisés en charpente doivent présenter des résistances suffisantes, une bonne durabilité et être d'un approvisionnement facile et régulier. Les résistances des bois dépendent de leur structure. Une clé de reconnaissance basée sur des indices de la section transversale visibles à l'œil nu ou à la loupe permet d'identifier rapidement les bois de nos régions. La qualité des bois dépend de la largeur d'accroissement, de la provenance, de la texture; elle est en outre influencée par les défauts et altérations. En vue de leur utilisation les bois ont été classés dans trois catégories définies d'après leurs caractéristiques générales technologiques. Le bois est un matériau hygroscopique; son degré d'humidité influe sur sa conservation et sur ses résistances mécaniques; aussi avant de l'employer doit-il être amené par séchage au degré d'humidité correspondant à celui du lieu d'utilisation: un tableau des humidités d'utilisation fournit cette corrélation. On le maintient à un degré d'humidité stable après séchage par application d'un enduit ou par imprégnation. Les essences métropolitaines, coloniales et étrangères utilisées en France dans la construction présentent des qualités particulières qui les rendent propres à des utilisations déterminées.

SUMMARY

Timber used for framework must have adequate resistances, be reasonably durable, and be easily and regularly obtainable. The resistances of wood depend on its structure. A recognition key based on the indications given by a cross section and which are visible either to the naked eye or through a magnifying glass, permits of the rapid identification of the timbers of our regions. The quality of timbers depends on breadth of growth, on origin and on texture: it is also influenced by faults and deterioration. Having regard to their utilization, timbers have been classified in three distinct categories according to their general technological characteristics. Wood is a hygroscopic material; the degree of its humidity influences its preservation and its mechanical resistance; thus before it is employed it must be reduced by seasoning to a degree of humidity corresponding to that of the place where it is to be used: a table of the humidities at which it will be used supplies this correlation. It is maintained at a constant degree of humidity after seasoning by the application of a coating or by impregnation. The home, colonial and foreign essences used for this purpose in the French building industry have individual qualities which make them suitable for specific purposes.

I. — GÉNÉRALITÉS

Les bois utilisés dans la charpente doivent remplir un certain nombre de conditions. Essayons de les définir.

Ils doivent, en premier lieu, présenter des *résistances suffisantes* par rapport aux efforts que l'on désire leur imposer. Il s'agit là d'une condition primordiale et qui

conduit à exiger des bois présentant une bonne résistance à la compression et une résistance à la flexion suffisante. Le bois de charpente doit posséder une certaine élasticité, cependant celle-ci ne doit pas conduire à des déformations trop importantes : les poutres ne doivent pas

VALEUR APPROXIMATIVE DE LA PRODUCTION FRANÇAISE ANNUELLE EN BOIS DE TOUTES CATÉGORIES

DÉSIGNATION	BOIS DE SCIAGE (mètres cubes) (Aivés, chevrons, frises, plots, planches, etc.)					GRUMES POUR TRANCHAGE et DÉROULAGE (mètres cubes)	
	Feuillus			Résineux		Divers	Peuplier
	Chêne	Hêtre	Peuplier et divers	Sapin, Épicéa	Pins		
Volume réel	600 000	400 000	800 000	1 000 000	1 500 000	75 000	125 000
	1 800 000			2 500 000		200 000	
Volume grume cor- respondant.....	2 700 000			3 800 000		200 000	

DÉSIGNATION	BOIS DE MINES (mètres cubes)		POTEAUX (mètres cubes)	TRAVERSES (mètres cubes)	BOIS DE PAPETERIES (stères)		BOIS DE FEU et divers (stères)
	Feuillus	Résineux	Résineux	Feuillus	Feuillus	Résineux	
Volume réel	600 000	1 100 000	100 000	500 000	50 000	500 000	12 000 000
Volume grume cor- respondant.....	900 000	1 700 000	100 000	600 000	600 000		12 000 000

DÉSIGNATION	RÉCAPITULATION GÉNÉRALE						
	Bois d œuvre (m³)		Bois ronds (m³) Mines. Poteaux		Traverses (mètres cubes)	Bois de pâtes (stères)	Bois de feu
	Feuillus	Résineux	Feuillus	Résineux			
	2 700 000	3 800 000	900 000	1 800 000	500 000	600 000	12 000 000
Volume grume....	6 700 000		2 700 000		600 000	12 600 000	
	10 000 000 m³					12 600 000 stères	

présenter sous des charges moyennes une flèche trop accusée, qui provoquerait de fortes déformations des planchers ou des charpentes. Ainsi le frêne qui, par ailleurs, présente d'excellentes qualités mécaniques, ne pourrait faire un bois de charpente convenable, en raison de sa souplesse et de sa flexibilité trop grande sous la charge.

En second lieu, un bois de charpente doit présenter une bonne *durabilité*. Il doit ne pas s'altérer trop vite et résister convenablement aux injures du temps. A cet égard, le chêne possède des qualités remarquables; le cœur, riche en tannins, se trouve de ce fait à peu près immunisé contre les attaques des champignons ou des insectes et, à moins de se trouver placé dans des conditions

très défectueuses, il peut se conserver à l'air d'une manière à peu près indéfinie, témoins les anciennes charpentes de nos châteaux et de nos cathédrales. Le hêtre, par contre, est un bois qui s'échauffe rapidement s'il n'est pas débité dans de bonnes conditions, et qui ne supporte pas sans dommage les alternatives d'humidité et de sécheresse; il y a donc danger à l'utiliser comme bois de charpente, malgré des qualités mécaniques qui seraient dans certains cas suffisantes.

Comme troisième condition indispensable, nous trouvons, pour les bois de charpente, celle d'*exister sur le marché en quantité suffisante* pour que l'approvisionnement en soit facile et régulier et que, par suite, les prix soient

DIMENSIONS NORMALISÉES DES DÉBITS DES BOIS

ESSENCES	NATURE DES DÉBITS	DIMENSIONS			
		Épaisseurs en millimètres	Largeurs en millimètres	Longueurs en centimètres	
Sapin. Épicéa. Pins. Mélèze.	Feuillets.....	12, 15, 18	115 et plus	200 et plus par 1/3 de mètre	
	Planches.....	22, 26, 30, 35, 40, 45			
	Bastings.....	55 × 155, 65 × 165, 65 × 185	id.		
	Madriers.....	75 × 105, 75 × 225, 105 × 225			
	Chevrans.....	55 × 65, 55 × 75, 65 × 75, 75 × 75, 75 × 105	id.		
	Voliges de couverture ...	12 × 105			
	Planches d'échafaudage..	40 × 205	id.		
	Planches « Lorraines »...	26 × 305 35 × 305	300 et plus par 1/3 de mètre		
Chêne.	Feuillets.....	8, 10, 12, 15, 18	115 et plus	100 et plus par multiple de 10	
	Planches.....	22, 26, 30, 35, 40, 45, 55			
	Plateaux	65, 75, 90, 105, 120	155 et plus	id.	
	Chevrans.....	40 × 40, 45 × 45, 55 × 55, 65 × 65, 65 × 75, 75 × 75, 75 × 105, 90 × 90, 105 × 105, 120 × 120			
	Frises	26, 30, 35	65, 75, 155, 25, 105, 115	id.	
	Lambourdes	26, 35	75	id.	
Peuplier.	Feuillets.....	12, 15, 18	75 et plus	100 et plus par 1/3 de mètre	
	Planches.....	22, 26	id.		
		30, 35	155 et plus		

aussi peu élevés que possible. Le bois devra être de qualité marchande, c'est-à-dire sain, ne présentant aucune trace d'échauffure ou de pourriture. Mais il pourra contenir des nœuds, même gros, ou des fentes, ou encore certaines anomalies de structure, pourvu que ces défauts ne puissent nuire, d'une manière trop grave, à la solidité des pièces.

Les spécifications commerciales et la réception des bois se feront donc, en charpente, suivant les principes que nous venons de définir. A l'ébénisterie et à la menuiserie iront les bois présentant le plus bel aspect, les bois faciles à débiter, à travailler, à raboter, ceux susceptibles de présenter finalement le meilleur aspect esthétique. A la charpente on réservera au contraire les bois rejetés par la menuiserie en raison de leur qualité technologique plus ou moins défectueuse, mais aussi les bois les plus durs et les plus résistants.

Nous allons donc, dans ce qui va suivre, nous placer au point de vue particulier du charpentier et essayer

d'examiner avec lui les qualités à exiger des bois de charpente. Cela nous amènera d'abord à définir certaines caractéristiques, comme le grain, ou la texture des bois, à connaître leur structure, à voir comment cette structure réagit sur leurs propriétés. Nous tirerons de là des conclusions intéressantes sur l'emploi des différentes essences et le parti que l'on peut tirer de chacune d'elles.

Nous avons groupé dans le tableau (p. 2), quelques renseignements sur le volume approximatif de la production française en bois de toutes catégories. On ne possède pas d'indications statistiques suffisamment précises pour indiquer, à partir de ces chiffres, le pourcentage des bois utilisés spécialement dans les travaux de charpente.

Enfin, nous indiquons, réunies également en un tableau récapitulatif (p. 3), les dimensions normalisées des débits de bois, par essences. Il reste entendu que les bois de fortes dimensions, poutres, bois carrés, nécessaires à certains travaux de charpente, sont débités sur commande aux dimensions demandées.

II. — LA STRUCTURE DES BOIS. LEUR IDENTIFICATION. RAPPORTS ENTRE QUALITÉ ET STRUCTURE

Il est impossible d'entrer ici dans les détails de l'anatomie du bois. Le bois provient d'un être vivant, l'arbre; comme tout être organisé, celui-ci est formé d'un ensemble de cellules. Ces cellules sont toutes de faibles dimensions (quelques millimètres de longueur au maximum) et ont des rôles divers.

Les unes servent à assurer l'architecture de l'arbre, à conférer au bois son caractère de matériau dur et résistant; ce sont les cellules qui forment ce que l'on appelle les *tissus de soutien*; d'une manière générale ce sont les *fibres*, cellules allongées et fusiformes, dont la longueur se développe parallèlement à l'axe de croissance de l'arbre, qui donnent au bois sa solidité.

D'autres servent à assurer dans l'arbre vivant les échanges nécessaires à la vie; par exemple à faire circuler la sève, les liquides nutritifs, dans la partie active du tronc; ce sont les *tissus de conduction*. Chez les bois feuillus, comme le chêne et le hêtre, les *vaisseaux* que l'on peut apercevoir facilement sur une section du bois soigneusement rafraîchi constituent ces tissus de conduction.

D'autres cellules encore permettent l'accumulation des réserves alimentaires, amidon, matières grasses, fabriquées vers la fin de la période de végétation (août-septembre-octobre) et qui seront utilisées par l'arbre du printemps, au départ de la végétation, surtout pour la formation des feuilles. Ces cellules forment ce que l'on appelle les *tissus de réserve*.

Enfin, des éléments divers, *rayons médullaires*, *cellules à résines*, *canaux résinifères* ou *laticifères* sur certains arbres comme les résineux ou les arbres à caoutchouc, ont des rôles particuliers.

La complexité de l'anatomie du bois est donc grande, tant en raison de l'extrême variété des cellules qui le cons-

tituent que de leurs arrangements différents, ou de leurs variations de formes. Bornons-nous à le signaler ici sans entrer dans des détails qui nous entraîneraient trop loin.

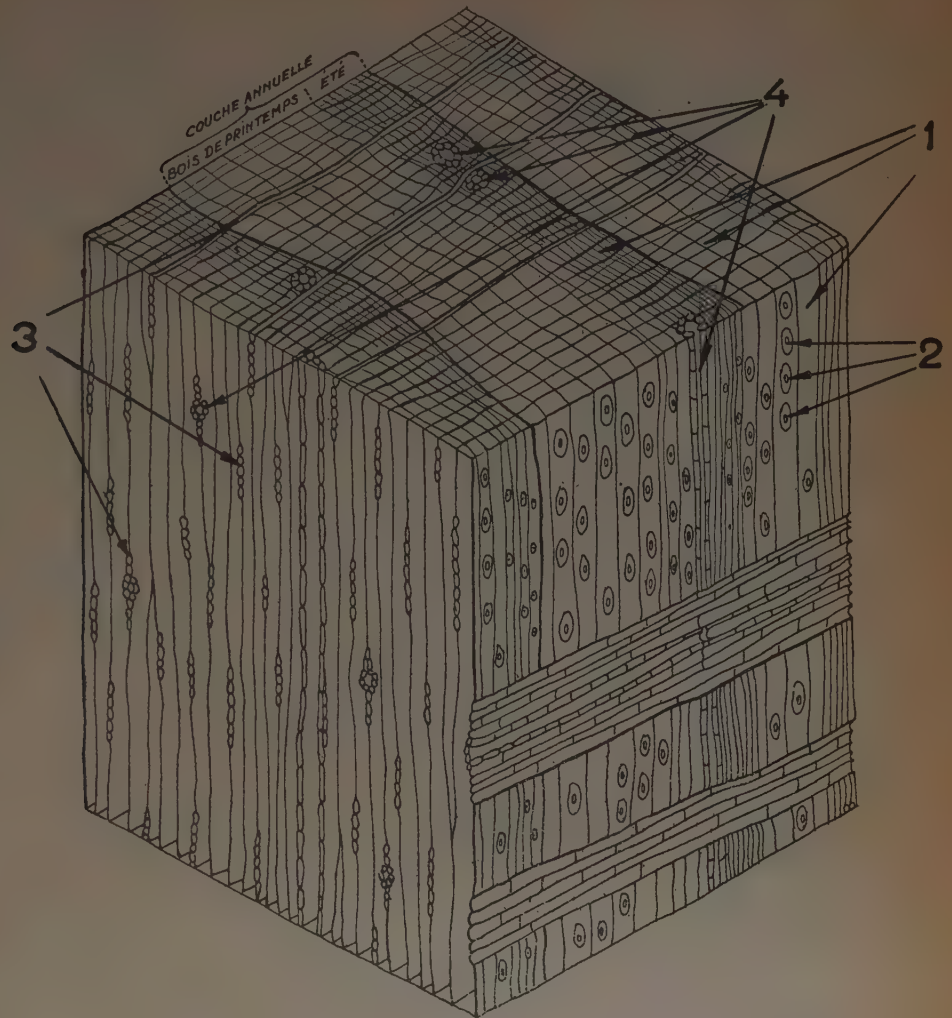
1. Plan ligneux.

Chaque espèce d'arbre ou, comme on dit souvent, *chaque essence* (en entendant par là, pour les arbres, l'espèce au sens botanique, chêne, hêtre, frêne, etc...) a sa structure particulière. Les cellules qui la constituent sont toujours les mêmes et elles sont toujours groupées de la même façon. Chaque essence a donc une physionomie particulière. De même que le bois de chêne, par exemple, se différencie très nettement du bois de hêtre ou de tout autre bois, toute espèce aura sa structure propre, qui la fera reconnaître à coup sûr entre toutes les autres. On exprime ce fait en disant que le *plan ligneux*, c'est-à-dire l'organisation anatomique de chaque essence, est constant.

Il résulte de là, d'une part, que chaque essence possède des propriétés spéciales, *propriétés spécifiques* qui restent toujours à peu près les mêmes. Une espèce qui fournit normalement un bois tendre et léger, comme le peuplier, ne donnera jamais un bois dur et lourd comme l'orme. D'autre part que, par un examen suffisamment approfondi du plan ligneux, à l'œil nu, à la loupe, ou si nécessaire, au microscope, il sera toujours possible de reconnaître l'essence d'un bois, de l'*identifier*; de même que l'on peut, d'après les empreintes digitales, identifier et reconnaître tel ou tel individu.

Avant d'aller plus loin, signalons les deux grands groupes, dans lesquels peuvent se classer toutes les essences.

FIG. 1. — Structure d'un bois résineux :
le pin (grosi 15 fois).



Le premier est celui des *bois feuillus*, formé des arbres à feuilles larges. Le chêne, le hêtre, le frêne, l'orme, etc., se classent dans cette catégorie.

Le second est celui des *conifères*, ou *bois résineux*, formé des arbres à *aiguilles* (généralement persistantes). Le grand public place dans cette catégorie tous les « sapins », comme il les appelle. Cette appellation est impropre; il convient de distinguer le sapin proprement dit de l'épicéa, des pins et des autres résineux, moins communs, comme l'if, le cèdre, les cyprès, etc.

Arbres conifères et arbres feuillus représentent toute la végétation arborescente du globe. Il y aurait à signaler à côté des arbres certaines dicotylédones de grande taille, comme les palmiers et les bambous, mais ceux-ci ne produisent pas du bois, à proprement parler.

Nous allons voir que résineux et feuillus possèdent des structures très différentes.

2. Bois résineux.

Les bois résineux ont l'organisation la plus simple

(fig. 1). Ils comprennent presque uniquement un type de cellule spécial, les *trachéides*, qui ne sont autres que des fibres dont les ponctuations ont une forme spéciale (ponctuations dites aréolées). Par ces ponctuations se font les échanges de liquides entre cellules. La trachéide peut ainsi jouer à la fois le rôle de tissu de soutien (ses parois sont alors épaisses et résistantes) ou celui de tissu de conduction (ses parois sont alors minces et ses ponctuations larges).

On trouve également chez les bois résineux, comme chez tous les bois d'ailleurs, des *rayons médullaires*, fins rubans de cellules, disposés radialement et faisant communiquer les différentes couches annuelles les unes avec les autres. Ces rayons médullaires sont très fins et invisibles à l'œil nu.

Enfin, dans certains cas, les résineux possèdent d'autres éléments. Des canaux résinifères, qui sont des canaux longitudinaux ou transversaux très fins remplis de résine figurent chez le pin, le mélèze, l'épicéa. Ils peuvent être bien visibles à l'œil nu, chez les pins, par exemple, surtout le pin maritime. Ils servent alors à l'identification du bois.

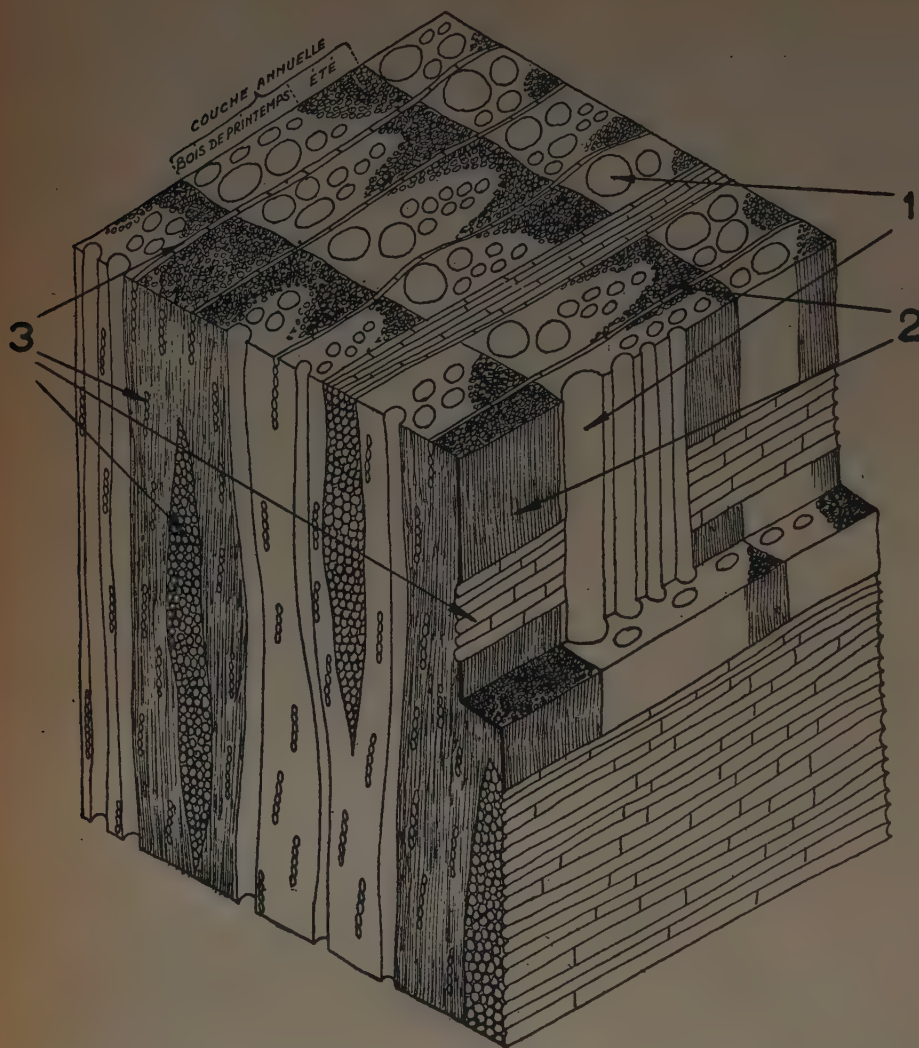


FIG. 2. — Structure d'un bois feuillu le chêne (grossi 15 fois).

3. Bois feuillus.

Les feuillus ont une organisation beaucoup plus compliquée et leurs tissus cellulaires sont beaucoup plus différenciés (fig. 2).

En premier lieu, ils comportent des *vaisseaux*, formant les tissus de conduction nécessaires pour conduire la sève, au moment de la feuillaison par exemple. Chez les résineux pourvus d'aiguilles persistantes, nous avons vu que le rôle de conduction était dévolu aux trachéides.

En second lieu, ils possèdent des tissus de soutien nettement distincts et formés de *fibres*. Suivant que ces fibres ont des parois plus ou moins épaisses, le bois est plus ou moins dur et résistant.

Les *rayons médullaires* existent aussi, et ils peuvent chez certaines essences être très visibles. Ces essences possèdent alors une mailure caractéristique. Le chêne, le hêtre peuvent être donnés comme exemples de bois maillés.

Enfin, les tissus de réserve, formés de cellules spéciales, les *cellules de parenchyme*, se répartissent plus ou moins régulièrement à travers la masse du bois.

Ces différents éléments se présentent chez toutes les essences feuillues, mais avec des variations importantes : les ponctuations des cellules peuvent avoir des formes et des aspects variés, depuis la simple perforation circulaire jusqu'aux orifices les plus ornementés. Les groupements d'éléments, et surtout des vaisseaux, sont également variables : chez certaines essences (hêtre) les vaisseaux sont isolés et se répartissent régulièrement dans toute la masse du bois. Chez d'autres (chêne) les vaisseaux ont tendance à former des groupements rayonnants, chez d'autres (orme) des groupements en arcs concentriques aux cernes d'accroissement.

Tout cela contribue à donner à chaque essence ses propriétés et sa physionomie particulières et à définir son *plan ligneux*.

4. Notions sommaires d'identification des bois.

Pour identifier un bois, comme d'ailleurs pour procéder à tout examen un peu approfondi, on a l'habitude de considérer dans le bois trois plans de référence. La figure 3 montre comment ces trois plans sont disposés par rapport

à l'axe de l'arbre (nous entendons par là sa direction générale de croissance, la verticale lorsque l'arbre est sur pied, ou encore, dans le bois, la direction parallèle aux fibres). La *section transversale* est orientée perpendiculairement à l'axe de l'arbre. C'est celle que l'on pratique lorsqu'on scie une grume en travers pour la tronçonner. Cette section transversale laisse apparaître très visiblement les anneaux successifs de formation du bois; elle permet de compter, comme chacun sait, l'âge de l'arbre à un niveau déterminé; nous appellerons ces anneaux les *couches annuelles* ou *cernes*.

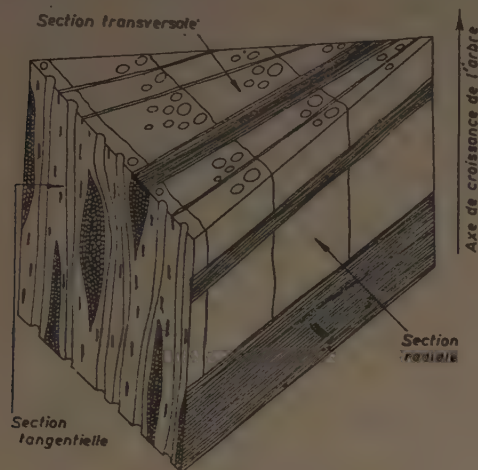


FIG. 3.

Les *sections longitudinales*, orientées parallèlement à l'axe de l'arbre sont choisies d'une manière particulière pour faciliter l'observation.

L'une d'elles est prise suivant un rayon de la section transversale, et coupe par conséquent les couches annuelles à angle droit. On l'appelle la *section radiale*; on peut y observer, chez certaines essences comme le chêne, ce que l'on appelle la *maillure* du bois, c'est-à-dire les dessins formés par certains éléments particuliers, les rayons du bois, ou *rayons médullaires*. Un beau parquet de chêne, à maillure bien apparente, est découpé suivant cette section radiale : on dit qu'il est *débité sur mailles*, ou *sur quartier*.

L'autre section longitudinale que l'on a l'habitude de considérer est la section perpendiculaire à celle dont nous venons de parler, donc tangentielle à la direction des couches annuelles : on l'appelle *section tangentielle*. Les

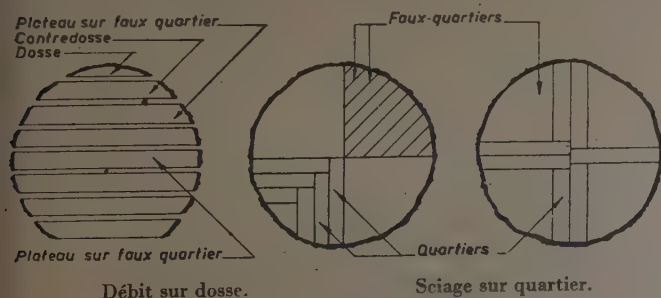


FIG. 4.

bois débités à traits parallèles, suivant le débit en plots, sont (fig. 4), vers la périphérie de la grume, coupés à peu près suivant cette section tangentielle; on dit qu'ils sont *sur dosse*. Vers le milieu de la grume le trait de scie devient de plus en plus radial.

Ces quelques observations fixent les idées et nous permettent d'aller un peu plus loin dans l'observation méthodique du bois.

5. Étude particulière de la section transversale.

Sur la section transversale, nous apercevons, avons-nous dit, les couches annuelles du bois et nous pouvons compter le nombre de cernes, car en général ceux-ci sont bien marqués. Chaque couche représente l'*accroissement annuel* de l'arbre en diamètre. Suivant que la couche annuelle est large ou fine, la croissance de l'arbre a été rapide ou lente.

L'accroissement annuel ne se fait pas d'une manière régulière. Au début de la saison de végétation, au printemps, la végétation est très active; l'arbre a besoin d'eau et de matières nutritives pour former ses feuilles; la circulation des liquides est intense. Pour cela, il faut beaucoup de vaisseaux bien ouverts. Au début de l'accroissement annuel, correspondant à la partie interne de la couche, le bois formé sera donc à éléments plus ouverts, à vaisseaux plutôt larges. C'est ce que l'on appelle le *bois de printemps* ou encore le *bois initial*.

Après cette première période, le bois formé aura besoin de vaisseaux moins larges, la circulation devenant moins active. Par contre, les éléments de soutien deviendront plus nombreux avec des parois plus épaisses. Le bois formé pendant cette seconde partie de la végétation est le *bois d'été* ou *bois final*. En automne et en hiver, la végétation se ralentit très fortement, l'accroissement est terminé; il reprendra au printemps suivant, après un repos de plusieurs mois.

Chez certains arbres, il y a une très grosse différence entre les formations de bois de printemps et de bois d'été. Chez le chêne, par exemple, si nous regardons attentivement les couches annuelles sur une section transversale, nous observons l'existence d'une zone possédant une multitude de trous ou pores, qui sont les ouvertures des vaisseaux. Elle correspond au bois formé au début de la période de végétation, ou bois de printemps.

Cette zone est dite la *zone poreuse*. Elle est caractéristique de certaines essences (chêne, châtaignier, robinier, frêne, orme, etc.) qui sont dites *hétérogènes*.

Chez d'autres arbres, il y a peu de différence entre les formations de printemps et d'été. Les couches d'accroissement sont plus faiblement distinctes et le bois est d'apparence plus ou moins uniforme. Le hêtre, l'érable, le peuplier, la plupart des bois coloniaux sont dans ce cas. Ils sont dits *homogènes*.

Nous donnons ci-après une clé de reconnaissance des bois, basée sur des indices visibles et facilement reconnaissable, soit à l'œil, soit à la loupe et qui permettra d'arriver rapidement à l'identification de la plupart des bois de nos régions. Nous nous bornons aux bois qui intéressent la construction, charpente, menuiserie, wagonnage, constructions diverses.

CLÉ DE RECONNAISSANCE DES PRINCIPAUX BOIS DE NOS PAYS

Les caractères que nous indiquons s'observent à l'œil nu ou mieux à l'aide d'une bonne loupe. On pourra utilement se reporter au schéma de reconnaissance ci-contre (fig. 5).

L'échantillon examiné doit être raboté de frais.

Les caractères indiqués ci-après relatifs aux vaisseaux, aux canaux résinifères, s'observent sur une section transversale que l'on vient de rafraîchir au moyen d'un canif bien affilé ou d'un rasoir.

C'est dans la zone du bois d'été qu'apparaissent les vaisseaux et canaux résinifères comme des points blanchâtres sur le fond plus foncé du bois d'été.

BOIS RÉSINEUX

Bois à couches annuelles distinctes, présentent souvent une odeur de résine ou de térébenthine. Ni vaisseaux, ni rayons médullaires visibles; aucune tâche médullaire. Parfois, canaux résinifères isolés, plus ou moins visibles dans le bois d'été.

Bois lourds et durs.

Accroissements irréguliers, flexueux, pas de canaux résinifères.

- a) Bois de couleur rouge marron, pas d'odeur.
- b) Bois de couleur rougeâtre ou brunâtre, odeur vive (bois à crayons).

If.

Genévrier.

Bois moyennement durs ou tendres.

Accroissements réguliers, à peu près circulaires.

a) Bois avec canaux résinifères.

Canaux nombreux et apparents. Aubier distinct. Aubier épais. Bois parfait rouge plus ou moins foncé.

Pins.

Aubier mince. Bois parfait rouge saumon. Accroissements plutôt serrés.

Mélèze.

Canaux peu nombreux. Aubier non distinct. Bois blanc à éclat lustré. Odeur résineuse.

Épicéa.

b) Bois sans canaux résinifères.

Bois blanc, à bois d'été épais formant des veines rougeâtres bien visibles. Pas d'odeur résineuse.

Sapin.

Bois brunâtre, odeur aromatique vive.

Cèdre.

BOIS FEUILLUS

Bois à couches annuelles parfois très distinctes, parfois moins visibles.

1° BOIS A ZONE « POREUSE ».

La couche annuelle comprend : une zone interne (zone poreuse) parsemée d'orifices de vaisseaux, sous forme de petits trous ou pores du bois, et une zone externe (bois d'été) dure et homogène où on aperçoit les vaisseaux groupés en petites lignes blanchâtres.

a) Vaisseaux groupés en lignes flexueuses rayonnantes.

Zone poreuse très marquée. Bois brun.

Rayons médullaires de plusieurs tailles, fins ou larges, très visibles.

Rayons médullaires tous égaux et très minces, invisibles.

Chêne.

Châtaignier.

b) Vaisseaux groupés en arcs concentriques.

Arcs concentriques formant des lignes continues, plus ou moins sinueuses.

Bois coloré brun. Aubier distinct.

Arcs concentriques courts, réduits parfois à des points.

Bois jaune verdâtre. Aubier mince.

Orme.

Robinier.
(Faux acacia).

Frêne.

2° BOIS HOMOGÈNES.

On ne distingue pas de zone poreuse à l'intérieur de la couche annuelle. Le bois d'été et le bois de printemps ont le même aspect. Aucun vaisseau visible à l'œil nu.

a) Bois durs et lourds.

1. Rayons très visibles en section transversale.

Bois rougeâtre. Rayons nombreux, irrégulièrement répartis. Maillure caractéristique, radiale ou tangentielle, bien marquée.

Hêtre.

Bois blanc, quelques rayons très larges peu nombreux (faux rayons).

Accroissement très flexueux (tronc cannelé).

Charme.

Accroissements à peu près circulaires.

Coudrier.

Bois brunâtre. Rayons médullaires visibles, nombreux, régulièrement disposés et tous égaux. Maillure tangentielle analogue à celle du hêtre, mais plus régulière.

Platane.

2. Rayons minces peu ou pas visibles en section transversale.

Vaisseaux gros, épais, très visibles en sillons sur les coupes longitudinales. Bois brun souvent veiné de noirâtre.

Vaisseaux petits ou très petits, peu ou pas visibles.

Bois blanc ou jaune brun.

Maillure ressemblant à celle du hêtre, mais très fine.

Bois jaune très compact, lourd et dur.

Bois rougeâtre ou rosé, ou rouge brun.

Noyer.

Erables.

Buis.

Fruitiers
(Poirier,
Pommier,
Sorbier, etc.)

b) Bois tendres et légers.

1. Rayons médullaires (faux rayons), larges, dispersés.

Bois rougeâtre demi-dur.

Aunes.

2. Rayons médullaires peu ou pas visibles.

Bois demi-dur, blanc, quelques taches médullaires.

Bouleau.

Bois tendres.

Bois blanc, maillure très fine.

Tilleul.

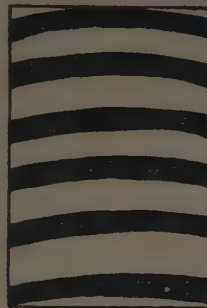
Bois blanc ou à cœur brunâtre, maillure invisible.

Peuplier.



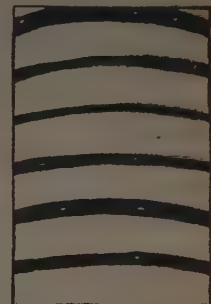
I. — IF et GENÉVRIER.

Accroissements irréguliers flexueux.
Bois d'été mince. Pas de canaux sécréteurs.



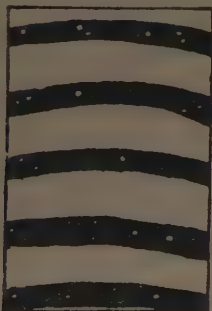
II. — SAPIN.

Bois d'été épais. Pas de canaux sécréteurs.



III. — ÉPICÉA.

Bois d'été assez étroit.
Canaux sécréteurs petits et rares.



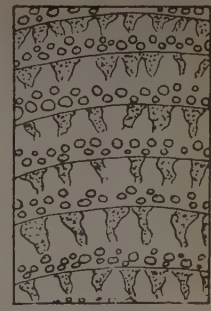
IV. — PIN.

Canaux sécréteurs gros et nombreux.



V. — CHÊNE. Zone poreuse.

Petits vaisseaux en flammes rayonnantes.
Gros rayons ligneux visibles à l'œil nu.



VI. — CHATAIGNIER. Zone poreuse.

Petits vaisseaux en flammes rayonnantes.
Pas de gros rayons visibles à l'œil nu.



VII. — ORME. Zone poreuse.

Petits vaisseaux en zones flexueuses.



VIII. — FRÊNE. Zone poreuse.

Petits vaisseaux en plaques ponctiformes.



IX. — CHARME.

Accroissements flexueux. Faux rayons.

FIG. 5. — Schémas de reconnaissance à la loupe de quelques bois de pays. D'après M. H. ALLIOT.

6. Influence de la largeur d'accroissement. Appréciation de la qualité d'un bois.

L'aspect du bois se définit par le *grain*, la *largeur des couches d'accroissement*, et la *texture*.

Nous allons examiner avec quelques détails cette importante question parce qu'elle pourra nous permettre de donner certains éléments d'appréciation de la qualité d'un bois au point de vue mécanique.

Mettons à part la notion de *grain*. Celle-ci intervient surtout dans le choix du bois pour des usages particuliers comme la tournerie, la sculpture ou la gravure. Pour ces usages, on recherche des bois dits à *grain fin*. On entend par là que l'œil n'aperçoit pas, à la surface du bois, les *pores* du bois, c'est-à-dire les fines punctuations que constituent les vaisseaux. Le buis par exemple a un grain très fin, les fruitiers, poirier, cormier, un grain fin. Au contraire, lorsque les pores sont nettement visibles à l'œil nu, le grain est dit *grossier* : c'est le cas du chêne, du frêne, du noyer. Dans le cas qui nous occupe, celui des bois de construction, cette notion de grain n'a pratiquement pas à intervenir pour caractériser le bois.

Avec la largeur des couches d'accroissement, nous touchons au contraire à une question essentielle.

La largeur d'accroissement indique en effet la rapidité de croissance de l'arbre. Cette rapidité de croissance dépend de nombreux facteurs, climat, nature du sol, traitement de la forêt. Ces facteurs font varier les conditions de vie de l'arbre, donc ses conditions de nutrition; on conçoit donc qu'ils réagissent sur la croissance de l'arbre et sur la formation plus ou moins rapide de ses éléments.

Les choses se passent différemment, au point de vue de la largeur d'accroissement, suivant que l'on considère un bois résineux comme l'épicéa et un bois feuillu comme le chêne.

Chez l'épicéa, à des couches fines et régulières, correspond un bois relativement dense et de bonnes qualités mécaniques. Ce sont les bois à couches fines que l'on recherchera de préférence pour les charpentes légères à hautes résistances et pour les travaux de choix (bois de résonance, bois d'aviation).

Chez le chêne, c'est au contraire à des bois à couches larges qu'il faut s'adresser si l'on veut du bois dur et dense. Les bois à couches fines seront tendres et plus légers; on les réservera pour la menuiserie.

L'exemple de l'épicéa s'applique à tous les résineux; l'exemple du chêne aux feuillus hétérogènes (châtaignier, frêne, robinier, orme). Chez les feuillus homogènes, où la zone poreuse n'existe pas, la largeur des accroissements n'est pas en rapport avec la qualité et ne peut servir d'indice pour juger de la qualité du bois.

On appelle *texture* le rapport de la largeur de la zone de bois d'été à la largeur totale de la couche annuelle. Un bois pour lequel la zone d'été occupe les trois quarts de la largeur d'accroissement aura une texture de 75 %, ce qui est une texture forte; un bois où la zone d'été n'occupe que le tiers de la largeur d'accroissement aura une texture de 33 %, ce qui est une texture faible.

7. Influence de la provenance.

Tout ce qui précède montre clairement l'influence de la *provenance* sur la qualité d'une essence.

Il est bien évident que la même essence, le chêne, va produire un bois de qualité très différente suivant qu'elle aura crû sur un sol fertile ou sur un sol pauvre, dans un climat humide ou dans un climat sec, dans une futaie régulière ou dans un taillis sous futaie.

Les marchands de bois savent bien que telle parcelle dans la même forêt, en raison de la nature de son sol, ou de l'exposition, ou du climat local, donne des bois très différents de ceux de la parcelle voisine; ici les bois seront roulés ou gelivés, ou de croissance irrégulière, alors qu'ailleurs des grumes seront de belle venue. Il en va de même d'ailleurs pour bien d'autres productions de la terre, le vin par exemple, dont la qualité est tellement différente suivant la région dans laquelle la vigne s'est développée, chaque région vinicole donnant un cru caractéristique.

La qualité d'un bois variera donc suivant la provenance et c'est cette provenance qu'il conviendra de définir d'une manière précise pour obtenir un bois de telle ou telle qualité. Il ne suffira pas en effet le plus souvent d'indiquer simplement une région d'origine, puisque dans une région donnée, les éléments dont nous avons parlé, sol, exposition, traitement de la forêt, peuvent varier entre de larges limites.

Reprenons le cas de l'épicéa : la formation du bois sera très différente suivant que l'arbre aura poussé en plaine ou en montagne, dans un pays froid ou dans une région plus tempérée.

En montagne, la saison de végétation sera très courte; pratiquement, elle ne commencera que tard, le bois de printemps sera très réduit; c'est en été, quand l'action du soleil se fera sentir, que se formera la majeure partie de la couche annuelle. L'épicéa de montagne (et on peut en dire autant de l'épicéa des Pays du Nord, connu sous le nom commercial de « sapin blanc du Nord ») sera donc un bois à couches relativement fines, à forte proportion de bois d'été.

En plaine, la situation sera inverse. La végétation repartira dès le début du printemps; les couches annuelles seront larges.

Les épicéas de montagne et ceux des pays nordiques plus durs et plus denses auront donc des propriétés mécaniques plus élevées que les épicéas de plaine, à couches beaucoup plus larges.

Prenons maintenant un bois feuillu bien typique, le plus intéressant de nos bois de construction, le chêne.

Un chêne poussé sur un sol riche et fertile, par exemple un chêne de Bourgogne ayant crû sur les alluvions de la Saône, aura une croissance rapide, des couches annuelles larges. La zone poreuse sera bien marquée, mais les formations de bois d'été, à fibres nombreuses et épaisses, occuperont la majeure partie de l'accroissement. Sur un terrain pauvre et sec, au contraire, les accroissements de l'arbre seront faibles, les couches d'accroissement étroites; la zone poreuse existera toujours, mais il y aura peu de bois d'été.

ESSENCES	TRAVAUX COURANTS Charpente ordinaire		TRAVAUX SOIGNÉS Charpente importante		TRAVAUX SPÉCIAUX Charpente à haute résistance ou à grande portée	
	Accroissement	Densité	Accroissement	Densité minimum	Accroissement	Densité minimum
Chêne	Quelconque	Quelconque	≥ 4 mm	750 kg/m ³	≥ 7 mm	800 kg/m ³
Sapin, épicéa, pin sylvestre	≤ 10 mm	Quelconque	≤ 5 mm	450 kg/m ³	≤ 3 mm	500 kg/m ³

Un chêne de terrain fertile, à accroissements larges, donnera donc un bois à forte proportion de bois d'été, donc à forte densité; alors qu'en terrain pauvre, le bois sera à faible proportion de bois d'été, à densité faible. Dans le premier cas, on aura un chêne dur et nerveux, à hautes résistances mécaniques; dans le second un bois plus tendre et plus léger, à résistances plus faibles.

Ce que nous venons de dire à propos du sol, on pourrait le répéter à propos des conditions dans lesquelles l'arbre se trouve placé en forêt, c'est-à-dire de l'action du peuplement. Un arbre de futaie sera évidemment gêné dans son accroissement par les arbres voisins; il poussera lentement, d'autant plus qu'il sera plus enserré, ses accroissements seront minces et réguliers. Un arbre de taillis sous futaie, au contraire, poussera plus vite, plus irrégulièrement aussi, car, par certains côtés, il recevra plus de lumière, sera moins gêné par les autres arbres. Il s'ensuit qu'un chêne de futaie aura des accroissements plutôt minces et réguliers, ce sera un bois relativement léger, tendre, facile à travailler; il sera recherché comme bois de menuiserie, en raison de la régularité et de la finesse de son grain, de ses facilités de travail. Au contraire, un chêne de taillis sous futaie aura des accroissements plutôt larges et irréguliers, il donnera un bois plus lourd, plus difficile à travailler, plus nerveux; on l'utilisera plutôt comme bois de charpente et de construction, ou encore pour le charronnage.

3. Caractéristiques de structure.

Pour indiquer exactement la provenance, c'est presque la forêt même, et dans cette forêt la parcelle ou le canton d'origine qu'il faudrait désigner par son nom. On conçoit que, pratiquement, la chose n'est guère possible. Le bois ne voyage pas avec un certificat d'origine, et sauf des cas particuliers, il sera difficile à l'acheteur non exploitant d'être certain de la bonne provenance de ses bois.

Il faudra donc fixer, à côté de la provenance, les caractéristiques minima exigées. Nous verrons, à propos de chacune des principales essences utilisables dans la construction, quelles sont les différentes régions productrices et quelles sont les qualités présentées par les bois des différentes provenances. Cela nous permettra d'avoir un aperçu général de la qualité de la production.

Mais il sera nécessaire de fixer d'une manière aussi précise que possible les caractéristiques du bois visibles par la simple observation de sa structure, caractéristiques

chiffrables ou tout au moins appréciables sans contestation possible, et susceptibles de définir la qualité demandée.

Nous avons vu que la *largeur d'accroissement* et la *texture* étaient à ce point de vue des données intéressantes.

La *largeur d'accroissement* sera fixée par une largeur moyenne, ou par une limite inférieure ou supérieure suivant les cas. Le tableau ci-dessus, établi d'après la norme « Règles d'utilisation des bois dans la construction » contient des données suffisantes pour fixer les qualités à exiger pour différentes sortes de construction.

La *texture* sera examinée dans les cas où l'on exigera des résistances élevées, par exemple dans le cas de la construction de longerons d'avions, ou de poutres composées à hautes résistances. Une texture supérieure à 50 % sera considérée comme forte. Mais elle se traduit en définitive par la densité, plus facilement mesurable. Les indications du tableau ci-dessus sont par conséquent suffisantes dans la plupart des cas, sans qu'il soit besoin d'indiquer une condition supplémentaire de texture.

Ainsi donc, l'indication de l'essence et de sa provenance jointe aux caractéristiques chiffrées dont nous venons de parler, préciseront, d'une manière indiscutable, la qualité d'une construction. Il sera bon, chaque fois qu'il s'agira d'une construction importante, de s'attacher à définir de cette manière, sur le Cahier des Charges, les qualités exigées.

9. Cœur et aubier.

La question de l'aubier est, pour l'utilisation du bois dans la construction, l'une des plus importantes. Avant de l'aborder, il convient de définir ce qu'est l'aubier par rapport à la masse du bois.

Lorsque l'on examine la coupe transversale d'un tronc, on remarque souvent, chez certaines essences, que la partie centrale est nettement plus colorée que la partie périphérique : le cœur et la partie environnante sont foncées, parfois rougeâtres, brunâtres alors que la partie externe forme une couronne claire. La partie périphérique est dite *aubier*, la partie centrale *bois de cœur*, *bois parfait*, ou *duramen*.

Comment cette différenciation s'est-elle opérée ?

Elle a eu lieu au cours de la vie de l'arbre. Lorsque celui-ci a atteint un âge suffisant, la partie centrale du tronc a cessé de vivre; les cellules sont mortes et ont cessé de jouer leur rôle; l'eau, la sève, n'a plus circulé dans les vaisseaux. Seules ont continué à vivre et à fonctionner les

parties proches de l'écorce qui constituent la partie vivante de l'arbre. Cela explique en particulier que la vie d'arbres tout à fait creux se prolonge pendant de très nombreuses années; la partie centrale n'est que le soutien, la partie externe est seule nécessaire à la vie.

La partie centrale morte s'est peu à peu transformée; les matières qu'elle contenait se sont modifiées, et des matières nouvelles, tannins, résines, matières colorantes, se sont déposées sur les membranes. Les vaisseaux ne fonctionnant plus ont été petit à petit obstrués par des sécrétions gommeuses ou tanniques, et également par certaines excroissances cellulaires appelées thylls. En bref, la partie centrale s'est peu à peu colorée et transformée. D'où la différence de coloration marquée qui nous a permis de distinguer le bois de cœur de l'aubier.

Ce phénomène de transformation s'appelle la *duraminisation* du bois. Elle se fait en général d'une manière régulière; elle est progressive, pas nécessairement annuelle; il y a souvent entre l'aubier et le duramen une zone transitoire plus ou moins large.

Chez certaines essences, chêne, châtaignier, robinier, pin, mélèze, etc., les deux parties sont très nettement visibles. On dit que ce sont des essences à *bois parfait* distinct.

Chez d'autres, sapin, épicéa, peuplier, érables, etc., quel que soit l'âge de l'arbre, il n'y a pas de différence de coloration entre le centre et l'extérieur. On constate seulement, lorsque l'arbre est abattu au printemps, que la partie externe est humide alors que la partie centrale est sèche. Ce sont des essences à *bois parfait non distinct*. Cependant, chez quelques-unes d'entre elles (peuplier, sapin), il existe, peu après l'abatage, une légère différence de teinte entre les deux parties, sans qu'il existe véritablement un duramen bien formé.

Enfin, on range dans un troisième groupe quelques essences dans lesquelles, sans qu'il y ait un véritable cœur avec les caractéristiques indiquées plus haut, il existe une partie centrale fortement colorée, irrégulièrement d'ailleurs. Ce sont les essences à *faux duramen*, telles que le hêtre avec son cœur rouge, le frêne avec son cœur noir, le tilleul avec son cœur jaune. Il s'agit là d'une altération ou d'un phénomène pathologique et on exclut ce faux duramen de tout emploi soigné.

10. Qualités comparées du bois de cœur et de l'aubier.

Les différences de coloration et de composition chimique du cœur et de l'aubier se traduisent évidemment par des différences dans la qualité du bois.

Chez les essences à bois parfait distinct, comme le chêne, la différence est très sensible entre les deux parties. Alors que le bois de cœur se conserve parfaitement bien, et cela pendant de très longues années, l'aubier est peu durable; il est rapidement attaqué par les champignons ou les insectes; au contact du sol, il pourrit très rapidement; placé à l'humidité, il est très vite envahi par les champignons destructeurs; dans les parquets, il est souvent la proie des insectes malheureusement trop connus qui déterminent la piqure.

On peut d'ailleurs lui conférer artificiellement, par imprégnation au moyen de substances antiseptiques, les qualités de conservation que possède le bois de cœur. Celui-ci est imprégné de matières antiseptiques naturelles, tannins, résines et dépourvu des amidons et matières de réserve; au contraire, l'aubier est riche en amidon qui est particulièrement recherché comme nourriture par les ennemis du bois, insectes en particulier.

Il résulte de là qu'il est indispensable de rejeter l'aubier ou de le traiter chaque fois que le bois est menacé d'une mauvaise conservation (voisinage du sol, présence d'une source, d'humidité, etc.). On ne peut dire, comme certains le prétendent, que l'aubier n'est pas du bois, mais il faut reconnaître que c'est un bois non encore parfaitement achevé et qui ne peut être employé sans discernement.

Chez les essences à bois parfait non distinct, où rien ne révèle extérieurement une différence entre les diverses régions du bois, il n'existe pas non plus de différence de qualité entre elles. On peut utiliser aubier et bois de cœur au même titre, sans faire entre eux aucune distinction.

Ajoutons pour terminer que la duraminisation du bois est plus ou moins précoce; elle commence très tôt chez certaines essences, comme le châtaignier, le robinier, le mélèze. Déjà, les jeunes perches ont un cœur bien formé; cela explique qu'on les utilise comme piquets de clôture, échelas, perches à houblon.

Chez les chênes, les pins, la duraminisation est plus tardive; la couche d'aubier est plus large; elle occupe dix-huit à vingt couches annuelles, ce qui indique que la duraminisation dure une vingtaine d'années. Si le chêne est dur et nerveux, à couches larges, il y aura donc une large épaisseur d'aubier; on dit parfois qu'il a du « lard ». Un chêne tendre, à accroissements minces, aura au contraire une épaisseur d'aubier faible et, par suite, une plus grande proportion de bois parfait.

III. — LA QUALITÉ TECHNOLOGIQUE. — DÉFAUTS

Nous venons de fixer ainsi les caractéristiques à exiger des bois pour obtenir les résistances les plus hautes. Nous avons joué sur l'idée que le bois a des résistances d'autant plus élevées (ceci est vrai surtout de la compression, comme on le verra à propos de l'étude mécanique des bois) qu'il possède davantage d'éléments de soutien, c'est-à-dire que sa texture et, en définitive, sa densité, sont plus fortes.

Mais les qualités mécaniques sont sous la dépendance d'autres facteurs, qui interviennent d'ailleurs toujours dans le choix du bois, puisqu'ils conditionnent aussi son aspect du bois, sa présentation, nous voulons parler des caractéristiques technologiques.

L'arbre étant un être vivant, peut ne pas être toujours normal : le bois qu'il forme peut présenter des anomalies (ou vices) ou des irrégularités, ou encore des particularités de croissance se traduisant par des particularités dans la disposition des éléments. Tout cela nuit à l'homogénéité et à la régularité de la formation du bois.

On est donc amené à examiner dans quelle mesure les anomalies et irrégularités de croissance peuvent réagir sur la qualité des pièces et peuvent les faire exclure de tel ou tel emploi. Un Cahier des Charges devra, à ce point de vue, énoncer nettement les anomalies qui doivent entraîner le rebut des pièces et déterminer de façon précise l'importance de celles que l'on peut tolérer.

Pour éviter toute confusion et employer un langage précis, il est commode d'adopter une classification et des définitions uniformes. C'est ce qu'a clairement fait la norme AFNOR B 5-20 (1941) « Caractéristiques technologiques des bois » à laquelle nous empruntons la terminologie et les définitions qui suivent.

Les anomalies sont des défauts ou des altérations.

Les défauts sont des anomalies portant sur la structure du bois : particularités de disposition des éléments cellulaires qui ne se trouvent pas disposés comme ils le sont généralement; solutions de continuité compromettant la cohésion du bois. Les *nœuds*, les *fentes*, entrent dans cette catégorie.

Les altérations sont des anomalies portant sur la composition chimique du bois. Elles peuvent se produire soit dans le bois sur pied, soit après l'abatage. Elles sont souvent produites par l'action d'un champignon s'attaquant aux tissus du bois et les transformant en retirant leur nourriture; ce sont alors les échauffures et les pourritures.

Renvoyant, pour la définition complète des défauts et des altérations, à la norme citée ci-dessus, nous nous attacherons ici à examiner ceux qui intéressent plus particulièrement le constructeur, en essayant de montrer les répercussions que peut entraîner la présence de tel ou tel d'entre eux sur les qualités mécaniques.

1. Les défauts.

NŒUDS

Un nœud est une anomalie de structure nécessaire et inévitable dans la formation du bois, car il provient de l'existence des branches : c'est la trace de la branche enrobée dans le tronc au cours de l'accroissement en diamètre qui forme le nœud. Celui-ci ne constitue donc à véritablement parler un défaut qu'au point de vue de l'utilisateur du bois.

Tant que la branche est vivante et continue à s'accroître en diamètre, chaque accroissement annuel de la branche se raccorde avec la couche correspondante du tronc. Dans le bois en formation, il y a donc continuité entre les tissus de la branche et ceux du tronc; il y a seulement déviation du fil du bois. Le nœud sera dit alors *nœud vivant*, en entendant par là qu'il a été formé au temps où la branche était vivante.

Mais il arrive souvent qu'au cours de la vie de l'arbre, des branches meurent ou disparaissent. Au moment où elles se cassent, à une distance plus ou moins grande du tronc, elles laissent un chicot. Le tronc continuant à s'accroître, ce chicot est peu à peu enveloppé par les tissus en formation, comme le sont d'ailleurs les corps étrangers, clous, fils de fer, qui peuvent à un moment donné se trouver fixés au tronc de l'arbre. Mais dans ces conditions on conçoit que, la branche étant morte, ce sont des tissus morts et parfois en état d'altération ou de décomposition avancée, qui sont ainsi enfermés dans le bois. On dit que l'on a affaire à un *nœud mort*. Lorsque le bois sera débité en planches, les *nœuds vivants* resteront *adhérents* en général, et les tissus de raccordement seront sains, parfois mêmes plus durs que les tissus normaux qui les entourent. Les *nœuds morts* pourront au contraire se détacher; ce sont les *nœuds bouchons*, ou nœuds sautés. Très souvent, chez les résineux par exemple, les nœuds morts seront noirâtres, en raison du dépérissement et de l'altération de la branche qui leur a donné naissance.

Les nœuds peuvent donc être parfois altérés. On distingue :

a) Les nœuds sains, ou nœuds secs, bien adhérents, ne présentant aucune trace d'altération ni de coloration anormale.

b) Les nœuds vicieux, pourris, ou mauvais nœuds, dont les tissus sont mous, colorés, affectés de pourriture.

D'une façon générale, les nœuds qui sont une section d'une branche par le plan de sciage, se présentent en section transversale ou oblique et ont un contour circulaire ou elliptique. On appelle *nœud plat* un nœud sectionné presque parallèlement à l'axe de la branche qui le constitue et qui a par suite un contour sensiblement quadrangulaire. Les nœuds circulaires ou elliptiques peuvent se classer, d'après leurs diamètres, en :

Très petits nœuds : moins de 5 mm de diamètre. On les appelle aussi *œils-de-perdrix*. Chez le chêne, ils sont parfois groupés et forment une figure appelée, en raison de sa forme, *patte de chat*.

Petits nœuds : 5 à 15 mm. de diamètre.

Nœuds moyens : 16 à 25 — — —

Gros nœuds : 26 à 40 — — —

Très gros nœuds : plus de 40 mm de diamètre.

FENTES

Les fentes que l'on rencontre dans le bois proviennent de causes diverses; les unes se produisent dans l'arbre sur pied, en forêt, en raison par exemple du froid; d'autres se produisent dans le bois en grume ou débité, en raison notamment du retrait du bois par dessiccation. Examinons rapidement les principales d'entre elles.

Parmi les fentes se produisant dans les bois sur pied, nous citerons les suivantes.

La *gélivure* est une fente longitudinale, dirigée suivant un plan radial, pénétrant dans le tronc jusqu'à une certaine profondeur, et tendant à l'entr'ouvrir longitudinalement. Elle se produit en forêt, par l'action du froid. La rupture se produit brusquement, parfois avec un bruit comparable à la détonation d'une arme à feu. Le froid passé, la gélivure se referme, mais en raison de la discontinuité des tissus qui s'est produite, l'arbre cicatrise cette blessure et forme extérieurement un bourrelet de recouvrement, souvent très visible, et qui permet de déceler, après plusieurs années, l'existence de la gélivure interne. D'ailleurs, par un nouvel hiver froid, la même gélivure peut se rouvrir et donner une blessure plus ouverte. La gélivure se produit par température très basse (— 15° à — 20°), les arbres isolés sont les plus exposés. Certaines espèces y sont plus sujettes, comme le chêne. Il existe une influence du sol, difficile à expliquer : les gélivures sont plus fréquentes dans les forêts en sol argileux assez humide. On voit ici l'influence de la station sur la qualité du bois. Quoi qu'il en soit, il s'agit là d'un défaut grave, qui déprécie considérablement les arbres qui en sont atteints et empêche parfois même leur utilisation comme bois de sciage.

La *roulure* est une fente circulaire; elle provient du décollement de deux couches annuelles consécutives. Elle se produit en forêt, où elle est la conséquence de l'action du froid (elle se produit alors en même temps que la géli-

vure) ou du vent qui fait plier le tronc de l'arbre. Elle se produit chez les sujets à croissance irrégulière, en un point où des couches larges succèdent brusquement à des couches minces; le défaut est donc fréquent dans les taillis-sous-futaie où se trouvent des arbres dégagés par intervalles par la coupe du taillis. Comme la gélivure, elle constitue un défaut grave, puisque, dans le débit, elle intéresse toutes les planches qu'elle rencontre, planches qui se trouvent fendues longitudinalement. A l'inverse de la gélivure, rien ne vient la déceler extérieurement. C'est la tradition locale qui seule permet de savoir que la roulure est plus ou moins fréquente dans tel ou tel canton de la forêt.

En dehors des roulures et des gélivures, on trouve aussi la *cadranure* qui consiste en plusieurs fentes rayonnantes partant de la moelle et donnant ce que l'on appelle le *cœur étoilé*. Elles sont dues à la dessiccation progressive du bois de cœur et se rencontrent chez des arbres déjà âgés : chêne, orme, hêtre. La cadranure n'est pas visible extérieurement et entraîne également le rebut de la partie centrale du tronc qui ne peut être débitée.

A côté des fentes de bois sur pied, on rencontre des fentes qui se produisent au cours de la dessiccation du bois, soit sur la grume même, soit sur les bois débités.

Les *fentes de retrait* sont dites aussi *gerces* ou *gerçures*. Elles sont dues au décollement longitudinal des éléments du bois sous l'influence de la dessiccation. Nous verrons plus loin que la dessiccation du bois, son séchage, entraîne des diminutions de volume; le bois se rétrécit en séchant. Mais le séchage ne pouvant être régulier (les couches externes par exemple sèchent plus vite que les couches internes), il se produit des tensions qui peuvent aller jusqu'à la rupture des bois par fendage. Ces fentes de retrait peuvent avoir plus ou moins d'importance suivant la nature des bois. On les tolère dans les bois sciés tant qu'elles n'atteignent pas des dimensions trop grandes. On peut lutter contre leur apparition en prenant certaines précautions au cours du séchage. Mais il est difficile d'éviter complètement leur formation.

AUTRES DÉFAUTS

Ne faisant ici l'étude des défauts qu'en vue de l'utilisation du bois dans la construction, nous nous bornerons à signaler les plus importants dans cet ordre d'idées.

Les plus importants, en dehors des nœuds et des fentes, sont ceux qui affectent la *rectitude du fil*. Dans une pièce de charpente, ou dans une pièce résistante, il est essentiel en effet, d'une part, que le fil soit aussi droit que possible, d'autre part, qu'il reste aussi bien que possible parallèle à l'axe général des pièces débitées. En effet, comme on le verra ci-après, les efforts dans les constructions doivent, autant que faire se peut, rester parallèles au fil du bois, car c'est dans ce sens que le bois offre les plus grandes résistances mécaniques.

La non-rectitude du fil peut provenir d'anomalies de croissance. C'est le cas par exemple du *fil tors*, appelé aussi *fibre torse*. Les éléments allongés du bois (fibres) sont plus ou moins inclinés sur l'axe de l'arbre et se disposent en hélice à peu près régulière s'enroulant autour de l'axe. Le fil tors est d'autant plus sensible que l'inclinaison est plus grande et que le diamètre de la grume est plus faible.

Ainsi, on le proscrira absolument dans le cas des poteaux télégraphiques. Pour la construction on fixera la limite de tolérance admise en indiquant l'inclinaison maximum des fibres sur l'axe.

La courbure du tronc, le voisinage des ronces, ou des loupes, où les tissus sont irrégulièrement déviés et enchevêtrés, provoquent également des déviations du fil qu'il convient d'exclure. Cependant, il est des cas où l'on recherchera au contraire des bois de ce genre, par exemple pour la confection de cales de couchis de cintres.

Le non-parallélisme du fil et de l'axe des pièces débitées est un défaut dû au débit. Il est impossible évidemment d'avoir un parallélisme rigoureux, puisque le tronc n'est pas un cylindre parfait et qu'il va en s'amincissant vers la cime. On peut cependant régler le débit de manière à ce que l'inclinaison du fil sur l'axe des pièces reste dans des limites raisonnables.

On évitera en tous cas ce que l'on appelle le *fil tranché*, qui se produit quand la direction des fibres est oblique par rapport à une des faces de la pièce, et le *fil contretailé*, qui se produit quand la direction du fil est oblique par rapport aux deux faces non parallèles.

À côté de ces défauts qui affectent la rectitude du fil ou son manque de parallélisme avec l'axe des pièces, nous signalerons un défaut particulier aux résineux, connu sous le nom de « Veine rouge » ou « Bois raide ».

Il se présente sur une planche ou une pièce sous la forme d'une coloration rougeâtre ou brunâtre du bois, s'étendant en une ou plusieurs bandes longitudinales sur toute la longueur du débit, et intéressant plusieurs couches annuelles consécutives. Ce défaut est dû en général à une dissymétrie affectant la croissance de l'arbre (arbres sous le vent, arbres de montagne ou sur terrain en pente), et provoquant la formation du côté comprimé du tronc, de bois rouge dit aussi « Bois de compression », celui-ci est plus dense, plus dur, plus résistant que le bois normal; il possède un retrait longitudinal assez élevé qui peut faire naître des déformations anormales des pièces au cours de séchage (courbure longitudinale).

2. Les altérations.

À côté des défauts, les altérations sont de nature à diminuer, parfois dans de très fortes proportions, les qualités des bois.

Lorsqu'ils sont humides, les bois peuvent être attaqués par des organismes destructeurs, notamment par des champignons qui vivent à leurs dépens et qui peuvent amener leur destruction complète.

Dans certains cas, l'attaque du champignon est légère. Elle se manifeste par un changement de coloration, accompagné d'un changement peu accentué de consistance, et entraîne une modification plus ou moins marquée des propriétés. C'est l'échauffure. Le bois est dit *échauffé*, ou encore *passé*.

Le hêtre, par exemple, est sujet à une échauffure qui se produit très communément si les grumes ne sont pas sorties de forêt et débitées avant l'été. Mais l'attaque du bois peut être beaucoup plus grave. Les tissus peuvent être complètement digérés, ramollis et même détruits. On

a alors ce que l'on appelle la *pourriture* qui peut atteindre tous les degrés.

Suivant l'essence et le champignon qui l'attaque, la couleur et l'aspect du bois pourri sont différents. En pratique, on distingue les pourritures d'après la couleur du bois altéré, ou les particularités de localisation du champignon (pourriture rouge du chêne, pourriture jaune du noyer, pourriture alvéolaire du pin, etc.).

La pourriture est une altération très grave enlevant au bois toutes ses propriétés caractéristiques, physiques, mécaniques ou chimiques. Elle sera toujours proscrire dans les Cahiers des Charges, où l'on spécifiera toujours que le bois devra être *sain*, sans aucune trace de pourriture.

Nous citerons enfin une échauffure de caractère spécial que l'on rencontre très fréquemment dans l'aubier des bois résineux, et surtout des pins. Elle est provoquée par certains champignons dont la présence entraîne pour le bois une coloration bleuâtre. C'est l'échauffure connue sous le nom de *bleuissement* des résineux.

Elle n'entraîne pas de changements appréciables dans la consistance du bois. Le champignon qui l'occasionne se nourrit en effet aux dépens des substances contenues à l'intérieur des cellules, sans détruire les membranes et par suite sans altérer l'ossature même du bois. Il s'ensuit que le bleuissement ne modifie pas sensiblement les possibilités d'emploi du bois. Il faudra évidemment exclure le bois bleui des fournitures destinées à la menuiserie apparente, pour des raisons esthétiques. Mais il sera possible de l'admettre dans la construction en général, sans crainte d'une diminution de résistance.

3. Influence des défauts sur les propriétés mécaniques des bois.

Nous venons de voir que les altérations peuvent modifier complètement, suivant leur degré, la composition chimique du bois, jusqu'à sa destruction complète et que, par suite, tout bois altéré devait être impitoyablement rejeté de la construction.

Les défauts réagissent également sur les qualités mécaniques du bois, à des degrés divers, et il importe de voir comment on peut tenir compte de leur présence et évaluer à priori l'influence qu'ils peuvent avoir sur la tenue des pièces.

NŒUDS

Les nœuds sains, bien adhérents, bien liés aux tissus voisins, ne constituent pas forcément des amorces de rupture des pièces. Parfois, ils sont constitués de tissus serrés et denses, plus durs que les tissus normaux.

À la *compression simple*, ils ne diminuent pas la résistance des pièces dans de fortes proportions. Les essais montrent que cette diminution est parfois nulle; dans les cas les plus défavorables elle atteint 30 à 40 %.

À la *traction*, les nœuds ont une influence beaucoup plus considérable. Même sains, ils constituent des points faibles, parce qu'ils interrompent la continuité du fil du bois. La diminution de résistance qu'ils entraînent peut

aller jusqu'à 60 à 75 % suivant leurs dimensions et leur nature.

A la *flexion* et au *flambage*, les deux phénomènes interviennent; la présence des nœuds diminue nettement les résistances. Les nœuds situés du côté des fibres tendues sont les plus dangereux et c'est eux qui provoquent généralement la rupture. La résistance des pièces tombe de 50 à 60 %, parfois davantage.

FENTES

Les fentes longitudinales (fentes de retrait, etc.) les plus fréquentes, ont peu d'influence sur les résistances à la compression simple, car elles sont parallèles aux efforts qui s'exercent sur les pièces.

Dans le cas de pièces fléchies, les fentes qui se trouvent souvent vers les extrémités des poutres, dans la région des appuis et vers le milieu de la hauteur, c'est-à-dire dans les régions de cisaillement maximum, peuvent entraîner une forte diminution des résistances. Il en sera de même dans les pièces longues soumises au flambage.

PLACE DES DÉFAUTS

Pour utiliser au maximum les qualités mécaniques du bois, dans la construction, on sera amené à procéder de la manière suivante :

1^o Dans un lot donné, on réservera plutôt les pièces à défauts importants et nombreux pour les parties soumises à la compression simple (poteaux de faible hauteur, contrefiches, jambes de force).

2^o On utilisera les pièces présentant le minimum de défauts de préférence dans les parties tendres (extraits de charpente, diagonales tendues des treillis, etc.).

3^o Dans les poutres, solives, pièces travaillant à la flexion, on disposera les pièces de manière à placer les défauts de préférence dans la partie comprimée. De même, on tiendra compte du fait que les défauts placés hors de la partie médiane de la poutre, vers les appuis, ont moins d'influence que les défauts placés dans la partie centrale, dans la région des moments fléchissants maxima (fig. 6).

Nœuds dangereux pour la solidité de la poutre

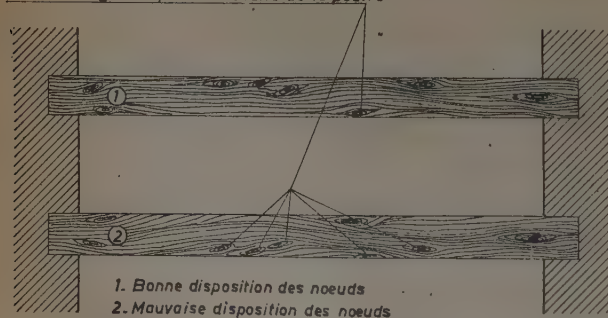


FIG. 6.

4. Classement des bois en vue de leur utilisation.

En se basant sur ce qui vient d'être dit, il est possible d'établir une classification des bois, suivant leurs caractéristiques générales technologiques, afin de pouvoir appliquer à chaque catégorie les taux de résistance convenables et de les faire travailler d'une manière compatible avec les défauts qu'ils peuvent présenter, tout en restant dans de bonnes conditions de sécurité.

C'est ce qui a été fait dans la norme : « Règles d'utilisation des bois dans la construction », où trois catégories ont été définies.

La catégorie III représente les bois de la qualité commerciale : charpente courante. Elle tolère à peu près tous les défauts, à condition que les bois soient parfaitement sains.

La catégorie II représente une sélection de bois de charpente, éliminant les défauts les plus importants. Les bois de cette catégorie doivent au surplus présenter certaines conditions de largeur d'accroissement et de texture. D'une manière générale, leurs résistances seront plus élevées que celles des bois de la catégorie III.

La catégorie I représente une sélection relativement sévère, quant aux défauts technologiques et à la texture. Les bois de cette catégorie pourront travailler à des taux beaucoup plus élevés que les bois de charpente courante et être employés à des travaux spéciaux, charpente à hautes résistances, etc.

CARACTÉRISTIQUES

A EXIGER DES BOIS DE CHARPENTE

(suivant la Norme « Règles d'utilisation des bois dans la construction »)

BOIS DE CATÉGORIE III

Bois de charpente de qualité courante.

(Fermes de portée moyenne, cintres, échafaudages, etc.)

Bois sains, ne présentant aucune trace d'échauffure, ni de pourriture, aucun dégât d'insecte (sauf les piqûres noires qui peuvent être tolérées). Sciés à vives arêtes. Pente générale du fil admise sur une face : 18 % au maximum, ne pouvant excéder localement 25 %.

Les nœuds sains et adhérents sont acceptés.

Les fentes aux extrémités des pièces et les flaches accidentelles sont tolérées.

Feuillus : chêne.

Aucune restriction sur les épaisseurs d'accroissements.

Résineux : sapin, épicéa, pin sylvestre, pin maritime, pin laricio.

Épaisseur moyenne des accroissements inférieure à 10 mm.

BOIS DE CATÉGORIE II

Bois de charpente sélectionnés.

(Charpentes et cintres à grandes portées,
pylônes de grande hauteur, etc.)

Mêmes spécifications générales que ci-dessus sauf modifications indiquées ci-après :

Pente générale du fil admise sur une face : 12 % au maximum, ne pouvant excéder localement 20 %.

Les nœuds sains et adhérents non groupés de 40 mm de diamètre au maximum, sont acceptés. Quelques fentes superficielles aux extrémités sont tolérées.

Feuillus : chêne.

Bois dur et dense de bonne provenance.

Épaisseur moyenne des accroissements supérieure à	4 mm
Densité minimum à 20 % d'humidité	750 kg/m ³

Résineux : sapin, épicéa, pin sylvestre.

Bois à accroissements faibles.

Épaisseur moyenne des accroissements inférieure ou égale à	5 mm
Densité minimum à 20 % d'humidité	450 kg/m ³

BOIS DE CATÉGORIE I

Bois de choix.

(Charpentes à hautes résistances, constructions spéciales).

Bois de choix, ne présentant aucune trace d'échauffure, ni de pourriture, aucun dégât d'insecte (sauf les piqûres noires qui peuvent être tolérées). Sciés à vives arêtes, de droit fil (pente générale du fil sur une face : 7 % au maximum, ne pouvant excéder localement 10 %).

Les nœuds sains et adhérents non groupés, de 80 mm de diamètre au maximum sont acceptés. Quelques fentes superficielles aux extrémités sont tolérées.

Feuillus : chêne.

Bois dur et dense, de bonne provenance.

Épaisseur moyenne des accroissements supérieure à	7 mm
Densité minimum à 20 % d'humidité	800 kg/m ³

Résineux : sapin, épicéa, pin sylvestre.

Bois à accroissements faibles provenant de régions montagneuses.

Épaisseur moyenne des accroissements inférieure ou égale à	3 mm
Densité minimum à 20 % d'humidité	500 kg/m ³

IV. — LE BOIS MATÉRIAU HYGROSCOPIQUE

Nous avons vu qu'au point de vue de sa structure, le bois était un corps cellulaire, donc poreux. Au point de vue chimique, il est constitué surtout de matières celluloses, celluloses, hémicelluloses, lignines, matières capables d'absorber l'eau ou même l'humidité atmosphérique. A ce double titre, le bois sec placé dans une atmosphère humide est susceptible d'absorber de l'eau; le bois humide placé dans un air sec évapore de l'eau et se dessèche.

Ces phénomènes sont des plus intéressants à étudier car ils se produisent en tous temps et ont des relations étroites avec le comportement du bois mis en œuvre, c'est ce que nous allons maintenant examiner.

1. Le bois et l'humidité atmosphérique.

Dans l'arbre sur pied, ou dans la grume dès qu'elle vient d'être abattue, le bois est nettement gorgé d'eau, surtout dans ses parties externes vivantes, dans l'aubier. C'est le bois vert.

On peut mesurer la quantité d'eau qu'il contient, ou, comme on dit, son *degré d'humidité*, ou plus simplement son *humidité*.

Il suffit de peser cette quantité d'eau au moyen d'une balance sensible. Pour cela on prélève un échantillon du bois à examiner et on le pèse. On place ensuite l'échantillon dans une étuve à air chaud à 100° et l'eau peu à peu s'évapore. Lorsque l'échantillon ne perd plus de poids, on le pèse à nouveau. La différence entre la pesée initiale

et la pesée finale donne le poids d'eau évaporé. C'est ce poids d'eau exprimé en pour cent du poids final (poids à l'état dit *anhydre*), c'est-à-dire débarrassé de son eau, qui mesure l'*humidité du bois*.

Ainsi, un échantillon pesant primitivement 126 g et qui ne pèse plus que 83,5 g après passage à l'étuve à 100° a perdu :

$$126 - 83,5 = 41,5 \text{ g d'eau}$$

En rapportant ce poids au poids sec final

$$\frac{41,5}{83,5} = 0,50$$

on obtient le pourcentage de 50 % qui est l'humidité de l'échantillon.

Séchage progressif du bois à l'air.

Le bois vert exposé à l'air laisse peu à peu évaporer l'eau libre qu'il contient. Son poids diminue. Il passe successivement d'un degré d'humidité très élevé, qui peut atteindre de 70 à 80 % pour les bois durs (chêne) à 100 % et plus pour les bois légers et tendres (peuplier) à un degré plus bas.

Au bout d'un temps plus ou moins long et qui dépend de la sécheresse relative de l'air, de la température, de la nature et des dimensions du bois, le degré tombe au-dessous de 30 % et atteint les stades successifs suivants :

Au-dessus de 23 %, le bois est dit *mi-sec*. Il est encore trop humide pour pouvoir être utilisé dans cet état. Nous verrons pourquoi par la suite.

Entre 22 et 18 %, il est dit : *Commercialement sec*. On considère en effet qu'il est alors suffisamment sec pour faire l'objet de transactions commerciales.

Au-dessous de 18 %, on arrive aux *humidités normales d'utilisation*. Un bois entreposé à l'air libre, sous nos climats, arrive au bout d'un certain temps (un an environ par centimètre d'épaisseur, s'il s'agit d'une planche, par exemple) à trouver un état d'équilibre stable. Cet état est caractérisé par une humidité de 13 à 14 % par temps chaud et sec (été), 16 à 17 % par temps humide (hiver). Les humidités comprises entre 13 et 17 % correspondent à l'état du bois dit *sec à l'air*. L'humidité moyenne d'équilibre est de 15 %; on l'appelle *humidité normale* et c'est autour d'elle que varie, en cours d'année et suivant les saisons, l'humidité du bois.

Pour faire tomber cette humidité au-dessous de 13 % il faut placer le bois en milieu sec et chaud, par exemple en local chauffé. Dans les locaux chauffés au chauffage central, les boiseries et meubles s'établissent à un taux ne dépassant pas 8 à 10 %.

Par le séchage artificiel en étuve, on peut arriver également, comme nous le verrons ci-après, à des taux de cet ordre. Mais si le bois est ensuite replacé à l'air libre, il reprend de l'eau et s'établit en équilibre avec le milieu ambiant aux environs de 15 %, à l'état de « bois sec à l'air » défini plus haut.

Remarquons enfin que dans un madrier ou dans une pièce de bois épaisse, toute la masse du bois n'est pas au même état d'humidité. Dans un bois en train de sécher, par exemple, la partie externe, en contact avec l'atmosphère, évapore plus facilement que la partie interne, le cœur de la pièce. Celui-ci est parfois beaucoup plus humide que la périphérie et l'écart peut atteindre 10 % et plus. On ne peut donc parler pour une pièce et par suite pour un stock de bois que d'une humidité moyenne.

2. Influence de l'humidité sur la tenue du bois.

Le degré d'humidité a une très grande influence sur la tenue du bois dans la construction.

En premier lieu, c'est de lui que dépend la *bonne conservation des bois*. En effet, les échauffures et les pourritures qui causent la destruction du bois sont dues, comme nous l'avons vu, à l'action de certains champignons qui vivent aux dépens du bois. Or, ces champignons ne peuvent vivre qu'en milieu humide, ils ont besoin d'eau pour se développer. Si l'on était sûr de pouvoir maintenir les bois, une fois mis en œuvre, à l'état sec, on les préserverait par cela même de l'échauffure et de la pourriture.

L'expérience montre que pour que le bois soit à l'abri de toute attaque et qu'aucun champignon ne puisse se développer sur lui, il faut et il suffit que son degré d'humidité s'abaisse au-dessous de 22 %. Il faut donc, si l'on veut assurer une bonne conservation des bois, faire tout son possible pour que le bois débité arrive aussitôt que possible à descendre au-dessous de ce taux. Commercialement,

l'acheteur n'aura toute garantie qu'à cette condition, et c'est la raison pour laquelle nous avons appelé « commercialement sec » le bois parvenu à ce degré de séchage.

En second lieu, les variations du degré d'humidité ont une influence importante sur la tenue du bois au point de vue de ses déformations. On sait qu'une fois mis en œuvre, le bois est sujet à des variations légères de forme et de volume; il « travaille », comme on dit. Ces variations se traduisent parfois par des craquements sonores et par des fentes. Certains disent que le bois « respire ». En réalité, il absorbe de l'eau ou il en restitue, suivant l'état de l'atmosphère qui l'entoure. Dans un air sec, il tend à sécher en diminuant de volume; dans un air humide, il reprend de l'eau et se met au contraire à gonfler. Nous examinerons cette question ci-après en étudiant les phénomènes de *rétractibilité*, c'est-à-dire de retrait et de gonflement des bois.

Enfin, les variations de la teneur en eau ont une grosse influence sur la valeur des résistances mécaniques. Un bois est d'autant plus dur et résistant qu'il est plus sec. Dès que le bois s'humidifie, il tend à céder sous la charge, à prendre des déformations plus grandes.

La variation des résistances mécaniques est importante. On l'étudiera dans un autre fascicule, à propos de l'étude du bois au point de vue mécanique. Mais nous pouvons dire dès à présent qu'entre un bois à l'état sec et le même bois à l'état humide, les résistances mécaniques peuvent baisser de 50 % et plus.

Humidité d'utilisation.

Il résulte de cet ensemble de notions que nous ne devons mettre en œuvre que des *bois secs*. Il faudra, par un mode de séchage convenable, arriver à un taux assez bas pour nous mettre à l'abri, au moins partiellement, des inconvénients du bois humide.

Tôt ou tard, le degré d'humidité du bois mis en œuvre arrivera à se stabiliser à un taux moyen correspondant à l'état hygrométrique de l'atmosphère au lieu d'utilisation. Cette mise en équilibre ne se fera qu'avec variation de volume, donc travail du bois, jeu des assemblages.

Pour éviter cela, il suffira d'observer la règle suivante : avant de mettre en place le bois, il faudra l'avoir amené par un séchage préalable, au degré d'humidité correspondant aussi exactement que possible à celui du lieu d'utilisation. Dans ces conditions, il n'y aura plus de raison pour que le bois cherche à nouveau un état d'équilibre puisque celui-ci sera déjà atteint. Les désagréments du retrait et du gonflement du bois seront réduits au minimum.

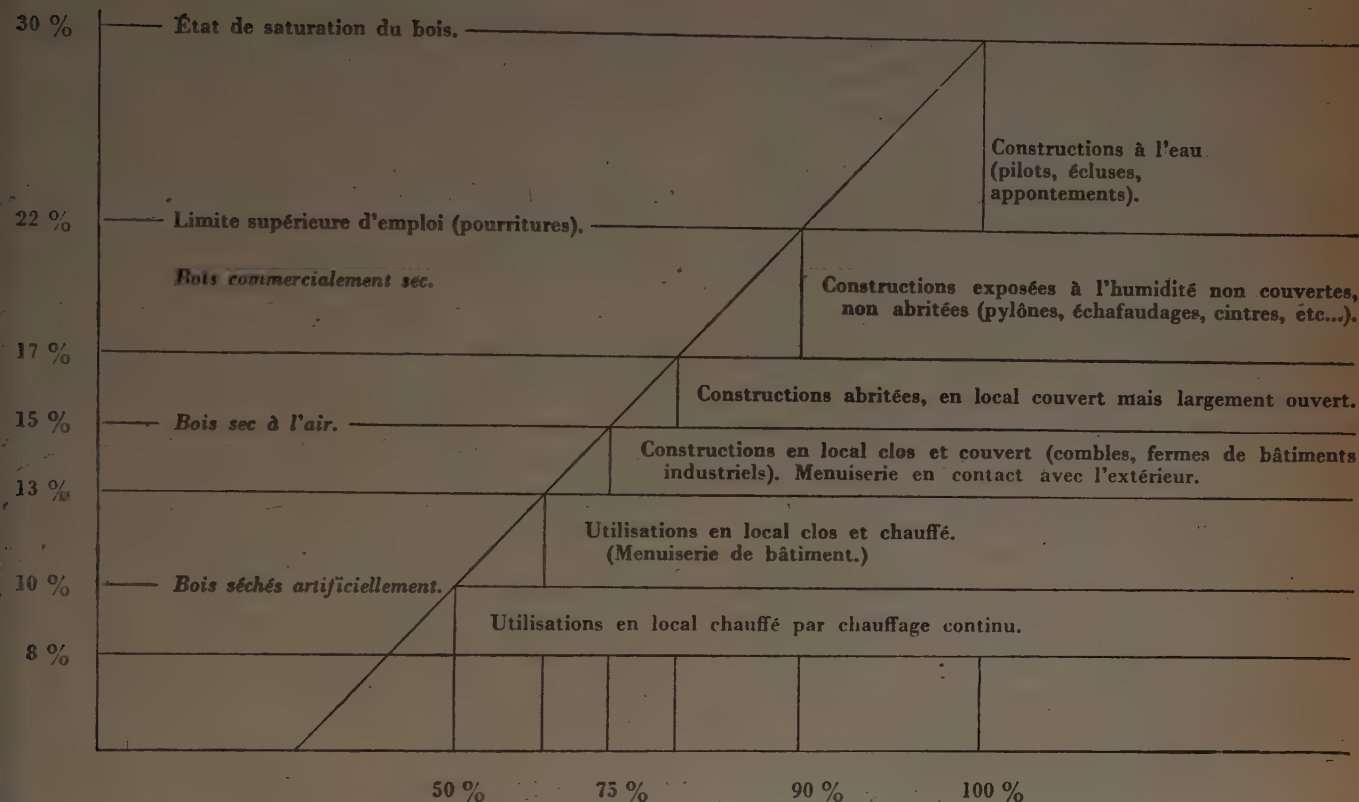
Le tableau ci-contre indique, suivant les cas, les degrés d'humidité convenables.

3. La rétractibilité des bois.

Le bois, à mesure qu'il se dessèche, diminue dans son volume et ses dimensions; on dit qu'il subit un *retrait*. Ce retrait varie suivant la nature du bois; un bois dur est en général en même temps nerveux et le retrait de ses dimensions est *fort*; un bois léger et tendre a, par contre, un retrait *faible*.

MANUEL DE LA CHARPENTE EN BOIS

TABLEAU DES HUMIDITÉS D'UTILISATION



État hygrométrique de l'atmosphère ambiante (pour une température de 15 à 20°).

En sens inverse, un bois déjà sec qui reprend de l'humidité augmente de volume et se gonfle. Ce gonflement s'oppose au retrait. Comme le bois se met toujours en état d'équilibre avec l'humidité du milieu ambiant, à tout changement intervenant chez ce dernier correspondra une variation d'humidité dans le bois et, en même temps, une variation du volume. Comme nous l'avons vu, on dit alors que le bois « travaille », que les assemblages « jouent ».

Les variations de dimensions se produisent toujours même sur des bois vieilliss et mis en œuvre depuis des siècles. Il y a cependant dans ce cas un ralentissement du phénomène, gonflement et retrait ne sont pas aussi sensibles; mais on ne peut pas dire que le bois ne réponde plus aux lois de la rétractibilité.

VALEURS DU RETRAIT ET DU GONFLEMENT

Suivant le fil du bois, les variations de dimensions sont très faibles et pratiquement négligeables. C'est ce que l'on exprime en disant que le retrait axial ou la rétractibilité axiale sont à peu près nuls. C'est le cas par exemple des montants de portes ou des cadres de fenêtres.

Dans le sens perpendiculaire au fil du bois, la rétractibilité se fait au contraire fortement sentir. C'est le cas des panneaux ou encore des lames de parquet qui laissent apparaître un jeu en séchant. Mais la rétractibilité ne se

répartit pas d'une manière égale entre toutes les directions :

Dans le sens des couches annuelles (appelé sens tangentiel, sens tangent aux couches de croissance) les variations de dimensions sont les plus fortes.

Dans le sens perpendiculaire aux couches annuelles (appelé sens radial, sens du rayon des couches de croissance) les variations de dimensions sont les plus faibles.

On peut dire que la rétractibilité tangentielle est en moyenne trois fois plus forte que la rétractibilité radiale. Cependant, pour certains bois la différence est plus faible (noyer, tilleul).

EFFET DU RETRAIT SUIVANT LE MODE DE DÉBIT (fig. 7).

Débit radial dit sur mailles ou sur quartier. — La planche joue très peu sur sa largeur; elle joue trois fois plus dans son épaisseur, ce qui est souvent sans importance. La section droite de la planche conserve la forme rectangulaire qui lui a été procurée à l'usinage; chaque couche annuelle, normale aux côtés, ou même légèrement oblique, a sensiblement le même retrait (fig. 7 a).

Débit tangentiel, dit sur dosse. — La planche garde encore sa forme, le jeu se produit surtout sur la largeur

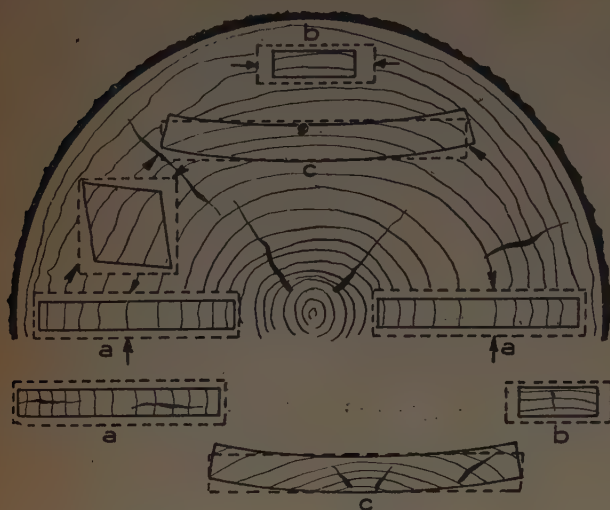


FIG. 7.

et prend une valeur à peu près triple de celle du cas précédent (fig. 7 b).

Débit intermédiaire, dit sur fausse dosse. — La section droite comporte une zone dans laquelle la longueur des couches annuelles est plus grande, donc entraîne un jeu plus considérable. Par dessiccation, la planche « tire au cœur » et son épaisseur au centre est plus grande que sur les bords; par humidification, les effets sont inverses (fig. 7 c). Dans les deux cas, il y a *voilement* du plan de la planche usinée plane dès que l'humidité varie : l'assemblage à rainure et languette, les emboîtements, sont faits pour y remédier.

Dans le sens de la longueur de la planche, le débit n'est pas toujours uniforme : des nœuds devient le fil plus ou moins; les diverses sections présentent des cas intermédiaires à ceux typiques ci-dessus. Il y aura des *gondlements* suivant la longueur du débit.

LES REMÈDES AUX EFFETS DU RETRAIT

Une série d'inconvénients découle de l'inégalité des retraits du bois suivant le sens que l'on considère.

A la suite du séchage, par exemple, le retrait provoquera des déformations et des gauchissements des planches ou des pièces; ou encore des fentes (fentes de dessiccation, fentes de retrait); il convient donc de rechercher quels

sont les moyens d'empêcher le retrait ou, en tous cas, de remédier aux inconvénients qu'il présente.

1° Le *choix du débit* permet de remédier en partie aux effets du retrait, ou en tous cas de les réduire; le débit sur *maille* est à rechercher chaque fois que l'on veut éviter un jeu trop accusé des assemblages, le désassemblage des jointures sur un panneau.

2° Les procédés qui consistent à conserver le bois à un *degré d'humidité stable*, pour éviter la variation de ses dimensions, conduisent à des résultats intéressants. Il s'agit d'enrober le bois au moyen d'une pellicule s'opposant au passage de l'humidité. Voici, d'après des essais américains, les résultats auxquels on peut arriver avec des enduits et peintures divers.

PROTECTION DU BOIS AU MOYEN D'ENDUITS SUPERFICIELS (100 % = protection complète)

Vernis ordinaires pour meubles.....	10 %
Huile de lin avec siccatif, trois couches.....	21 %
Peinture à l'huile ordinaire, trois couches.....	70 %
Laque cellulosique.....	73 %
Poudre d'aluminium dans l'huile de lin, trois couches.	77 %
Gomme laque, trois couches	87 %
Poudre d'aluminium dans la gomme laque, trois couches.	92 %
Feuilles d'aluminium avec laque cellulosique, deux couches.....	94 %
Poudre d'aluminium dans une peinture au goudron, trois couches	98 %

L'emploi de produits d'imprégnation appliqués sous pression ou à température élevée (paraffine, bakélite, etc.) pour obtenir un effet plus durable que les enduits ou les revêtements extérieurs ne peut, pour le moment, être recommandé pour les bois de construction, sauf cas exceptionnels, en raison du prix de revient de l'opération et des difficultés de sa réalisation.

3° Certains procédés d'assemblage ou de construction tenant compte des lois de la rétractibilité permettent de diminuer les effets du retrait : leur principe est d'assurer le *libre jeu* du bois par un dispositif convenable; fixation des panneaux par un seul côté; liberté dans les feuillures du châssis.

4° Le *séchage du bois avant l'emploi* jusqu'à un degré d'humidité correspondant à la moyenne d'équilibre du lieu d'utilisation est, comme nous l'avons déjà indiqué, une précaution efficace. Le bois ne réagit plus alors que dans d'étroites limites et ses variations de dimensions deviennent négligeables ou, en tous cas, sans effets nuisibles sur la tenue des pièces.

V. — LES ESSENCES UTILISÉES DANS LA CONSTRUCTION

1. Les bois de pays.

Nous avons déjà indiqué plus haut les principales caractéristiques demandées aux bois de construction :

essences abondantes sur le sol français, avec, comme corollaire, prix de revient peu élevé;

dimensions suffisantes de fût;
bonnes qualités mécaniques;
une certaine raideur en flexion;
une durabilité convenable.

Cela nous permet de faire un choix parmi les différentes essences indigènes.

Les Résineux ont, sous une densité relativement faible, de bonnes résistances mécaniques; de plus, ils se présentent en arbres de fortes dimensions, en général bien droits et faiblement coniques. Presque tous peuvent être utilisés comme bois de charpente.

Le Sapin, l'Epicéa, le Pin sylvestre viennent en tête. Ils sont très communs dans nos forêts, et présentent les meilleures qualités technologiques.

Le Pin maritime vient ensuite, mais avec l'inconvénient d'être nettement plus nouveau, moins droit de fût et par suite d'utilisation plus difficile.

Le Mélèze, localisé dans certaines régions des Alpes, donne un bois d'excellente qualité et est utilisé sur place ou pour des usages spéciaux.

Le Pin laricio, suivant la variété que l'on considère, donne des bois de qualité nettement différente et peut être également utilisé dans la charpente.

D'autres Pins, comme le pin d'Alep, le pin de montagne, n'ont que des utilisations locales et sont souvent de mauvaise forme et de dimensions trop faibles.

Les Feuillus sont largement représentés dans nos forêts. Les deux essences feuillues de grandes dimensions qui se distinguent par leur abondance parmi toutes les autres dans la forêt française sont le Chêne et le Hêtre. Ce dernier a un bois trop peu durable pour pouvoir être introduit dans une construction de longue durée. C'est donc le chêne dont le cœur a des qualités particulières de conservation, qui sera le bois feuillu le plus utilisé dans la charpente.

Le Châtaignier, dont le bois est comparable à celui du chêne, est utilisé localement, mais il se présente souvent en bois de très faible diamètre, l'arbre se pourrissant au cœur dès qu'il atteint un certain âge.

Citons encore l'Orme, beaucoup plus rare, utilisé dans des cas particuliers, où l'on n'exige pas des pièces de grande longueur et où l'on recherche un bois bien adhérent, à forte cohésion transversale. C'est le cas de la construction d'escaliers, par exemple, ou de certaines infrastructures, par pilotes.

Enfin, le Peuplier, quoique tendre et peu résistant, sert, dans certains cas, à la construction de charpentes légères ou de constructions provisoires.

LE CHÊNE

On utilise sous le nom de chêne, en construction, plusieurs essences forestières qui, si elles ont des bois à peu près semblables, difficiles à distinguer, sont cependant différentes au point de vue botanique.

Le Chêne pédonculé (*Quercus pedunculata* Ehrh.) est le type le plus répandu. Son aire couvre la presque totalité de l'Europe, de l'Atlantique à l'Oural. Vers le Nord, il existe en Écosse, en Suède, en Finlande. Vers le Sud, il ne disparaît pas complètement dans la région méditerranéenne, où il croît dans les stations qui lui sont favorables jusqu'en Espagne, en Sicile, en Asie Mineure.

En France, il existe à peu près partout, sauf dans la région méditerranéenne où il est rare; sa localisation est

due au climat et au sol. Il recherche les sols frais et profonds, les terrains d'alluvions lui sont particulièrement favorables.

On le rencontre, par exemple, dans les futaies sur alluvions riches de l'Adour (chêne de Bayonne), ou de la Saône (chêne de Bourgogne). Il y forme un peuplement relativement clair, surmontant un sous-bois assez intense. Il est également dominant dans certaines forêts du Centre de la France, notamment en Sologne, et existe à l'état très clairsemé dans certaines landes du Pays Basque.

Le Chêne rouvre (*Quercus sessiliflora* Salisb.) est également un arbre de l'Europe moyenne : son aire est moins étendue que celle du pédonculé. Il n'existe pas en Russie et se limite à la Pologne; il ne supporte pas le climat méditerranéen.

En France, on le trouvera à peu près partout; il sera moins exigeant que le chêne pédonculé, mais demandera des sols d'une certaine richesse. Nous le rencontrons comme essence dominante dans les grandes forêts de plaines et collines du Centre, parmi lesquelles on peut citer les plus célèbres : forêts de Bercé (Sarthe), de Blois, de Tonçais (Allier). Au chêne rouvre, essence dominante, sont mélangés le chêne pédonculé, lorsque le sol est localement plus humide, le hêtre et le charme.

Le Chêne pubescent (*Quercus lanuginosa* Thuill.) est une espèce méridionale des terrains secs et calcaires qui habite de la Crimée à l'Espagne. En France, il occupe la région méditerranéenne, sur les collines et les basses montagnes. Il remonte vers le Nord, dans les stations chaudes et ensoleillées de l'Ouest (Charente, Poitou) jusque dans la région de la Seine, la vallée de la Meuse, la lisière du Jura.

Qualité et utilisation du bois.

Ces trois essences fournissent un bois à plan ligneux identique, ou en tous cas difficile à différencier. Les conditions de vie de chaque essence en modifient la structure et les qualités technologiques, ce qui fait que, suivant les cas, le bois est de valeur très inégale.

Le Chêne pubescent est à placer à part. C'est un médiocre producteur de bois d'œuvre. Les arbres sont de petite taille, souvent gros et courts. Le bois est souvent de faible valeur et il est utilisé dans la construction locale. Nous nous bornerons donc ici à parler des chênes rouvre et pédonculé qui sont les véritables producteurs de bois de construction.

Le Chêne rouvre provenant de futaie serrée et régulière donnera le meilleur bois de menuiserie et d'ébénisterie, tendre, peu sensible aux déformations, facile à travailler.

Le Chêne pédonculé, qui a tendance à vivre en peuplements beaucoup moins serrés et souvent à prospérer comme arbre isolé, donnera plutôt un bois à accroissements larges, donc dur, nerveux et résistant. En futaie, il donnera aussi des bois de menuiserie de belle qualité.

Le bois de chêne est donc, commercialement, formé par les trois essences dont nous venons de parler; les différences de qualité et d'emplois possibles existant entre les divers types tiennent à la provenance et aux conditions de croissance, plutôt qu'à l'essence elle-même.

Les chênes de qualité menuiserie seront recherchés dans les futaies des Vosges, de la Moselle, de l'Allier, de la Sarthe. Ils serviront pour la menuiserie de bâtiment; les qualités les plus fines iront à l'ébénisterie, au tranchage et au déroulage, également à la fabrication des merrains.

Pour la construction et la charpente, on recherchera de préférence les arbres de taillis-sous-futaie ou les arbres ayant crû isolément. Les chênes pédonculés donneront les billes les plus dures et les plus résistantes; les chênes rouvres donneront des bois durs, souvent difficiles à distinguer des premiers, mais en général moins nerveux.

Les arbres présentant les formes les plus irrégulières, les arbres courts et branchus, ou trop noueux, dont la fibre est très tourmentée, fourniront des bois pour traverses de chemins de fer. C'est la qualité dite « traverse ».

Souvent, d'ailleurs, du même arbre on pourra tirer à la fois du bois de menuiserie, du bois de charpente ou des traverses, suivant que l'on considère dans le tronc la partie basse, régulière, dépourvue de nœuds, la partie moyenne, ou la partie haute, voisine de la naissance des branches.

Les bois de charpente proviendront par conséquent d'à peu près toutes les forêts de chêne, une fois extraits des premiers choix, s'il en existe, capables de fournir du bois de menuiserie. C'est la proportion relative des qualités qui jouera suivant les cas, la futaie régulière produisant surtout les premiers choix, le taillis-sous-futaie la charpente et la traverse.

LE SAPIN (*Abies alba* Mill.)

Le Sapin est l'essence la plus répandue dans nos montagnes. C'est l'arbre fondamental des forêts vosgiennes, aussi bien de la région des Basses-Vosges, sur le versant lorrain comme sur le versant alsacien, que des forêts des Hautes-Vosges.

Dans le Jura, il est également l'essence dominante, depuis l'altitude de 500 à 650 m jusque vers celle de 1 000 m, altitude à laquelle il se mélange à l'épicéa, pour être remplacé par ce dernier sur les crêtes plus élevées de la chaîne.

Dans les Alpes, le sapin se trouve disséminé çà et là, toujours en moindre quantité que les autres résineux. Il voisine d'ailleurs très souvent avec l'épicéa et leurs bois sont tout à fait confondus par les exploitants.

Dans le Massif Central, des sapinières existent dans le Cantal, le Puy-de-Dôme, la Haute-Loire, la Loire, l'Ar-dèche. Plus au Nord, quelques massifs à basse altitude se rencontrent encore, notamment dans le Beaujolais. L'importance de ces forêts est limitée; elle n'est pas comparable à celle des régions montagneuses des Vosges et du Jura.

Dans la chaîne des Pyrénées, enfin, le sapin est l'essence résineuse principale. C'est dans l'Aude et dans les Hautes-Pyrénées que se trouvent les sapinières les plus importantes. Celles de l'Aude, groupées surtout au voisinage de Quillan, sont spécialement à citer.

Qualité du bois.

Le sapin de montagne qui a crû en futaie, qu'il s'agisse des Vosges ou du Jura, donne un bois à accroissements réguliers et fins, homogène, facile à travailler, et présentant d'excellentes résistances mécaniques pour un faible poids. C'est lui qui donne les qualités les plus recherchées, à la fois pour les bois de menuiserie de choix, pour laquelle on réserve les meilleures qualités technologiques, et pour les bois de charpente.

Dans les régions hautes, aux altitudes voisines de 800 à 1 000 m se trouve la qualité optima. C'est le sapin de montagne, très réputé, et de valeur élevée. A altitude moyenne, les accroissements sont moins bons mais la qualité est cependant très satisfaisante. A basse altitude, en plaine, le bois est à accroissement rapide, donc beaucoup plus léger et de qualité inférieure.

Dans les Pyrénées, malgré l'altitude, les accroissements restent larges, en raison du climat méridional et de la latitude, qui compensent l'effet de l'altitude. Le bois est rougeâtre; malgré sa largeur d'accroissement, sa texture est forte, en raison de la grande épaisseur des membranes de ses fibres. S'il ne possède pas les qualités exceptionnelles des sapins de montagne, il se classe cependant dans la catégorie moyenne et reste très supérieur aux sapins de plaine de mêmes accroissements.

Utilisation du bois.

Le bois de sapin est, dans l'ensemble, plus lourd que le bois d'épicéa; il a à peu près les mêmes caractéristiques mécaniques que ce dernier; il est peut-être un peu plus raide et un peu moins résistant. A poids égal, il est, par contre, supérieur aux pins.

Son retrait est faible; il est peu nerveux; il peut être conservé longtemps en grumes.

Certains échantillons présentent le défaut connu sous le nom de « veine rouge » ou « bois raide ».

Les bois d'éclaircie et de faible diamètre donnent des bois de papeterie, des étais de mines, des poteaux télégraphiques.

Les gros bois donnent de la charpente légère, de la menuiserie de bâtiment (cloisons, huisseries, moulures, plinthes, etc.).

Le sapin est également utilisé pour la menuiserie industrielle, la caisserie, la tonnellerie d'emballage, la fente.

Les meilleures provenances donnent des bois de choix comme les bois d'aviation, les montants d'échelles, les moulures.

L'ÉPICÉA (*Picea excelsa* Link.)

Confondu bien souvent avec le sapin, l'épicéa occupe dans nos montagnes une place assez restreinte. Il ne se trouve en France que dans les montagnes de l'Est et du Sud-Est. Peu abondant dans les Vosges (Hautes-Vosges, environs de Gérardmer et de Remiremont) il devient très important dans le Haut-Jura. C'est l'essence dominante

sur le deuxième plateau, vers 900-1 000 m et sur les chaînes de la frontière suisse.

Dans les Alpes, l'épicéa est abondant. C'est surtout dans les Alpes septentrionales, en Haute-Savoie, dans une partie de la Savoie et de l'Isère qu'il trouve les conditions de climat qui lui conviennent le mieux : région des Drauses, vallée de l'Arve, bassin du lac d'Annecy, région des Bauges, Grande-Chartreuse. Vers le Sud, l'épicéa cède la place à d'autres.

En dehors du Jura et de la Savoie, il n'y a pas de régions vraiment productrices d'épicéas. Ceux du Massif Central ont été plantés dans les reboisements et ne sont pas comparables aux épicéas de montagne.

Qualité du bois.

L'influence de l'altitude est très importante pour la qualité du bois.

Les bois de la région du Jura, de Maiche à Morez en passant par Morteau, Pontarlier, Mouthe, sont d'excellente qualité, à tous points de vue, rivalisant avec les bois du Nord, et susceptibles de convenir aux emplois pour lesquels on est le plus exigeant.

D'une manière générale, on peut dire que l'épicéa est le résineux qui possède, au moindre poids, les qualités mécaniques les plus élevées. Il est le plus léger de nos bois de menuiserie et de charpente et, grâce à sa finesse et sa régularité d'accroissements, ses hautes résistances mécaniques, sa rectitude de fil, ses fortes dimensions, il est l'un de nos bois les plus intéressants et les plus recherchés. Il peut notamment fournir une notable proportion de qualité aviation.

Aux hautes altitudes, où la croissance est la plus lente et la plus régulière, il peut même fournir ce bois de qualité rare que l'on appelle le bois de résonance, utilisé dans la fabrication des pianos et de certains instruments de musique.

Aux basses altitudes, et cela dans la même région, dans la même vallée, la rapidité d'accroissement est beaucoup plus grande, le bois est de moins bel aspect, à fil moins droit, à dimensions plus faibles, à qualités mécaniques moins intéressantes.

Il est donc utile, pour les utilisations exigeant du bois de haute qualité (charpentes à grande portée, à hautes résistances) de spécifier à propos de la provenance une altitude élevée, dépassant nettement, dans le Jura, 800 à 900 m.

Utilisation du bois.

L'épicéa possède un bois blanc lustré, à odeur résineuse, sans trace de cœur. Il contient des canaux résinifères, petits mais encore visibles, ce qui permet de le distinguer du sapin, qui n'en a pas, et des pins, qui en possèdent de beaucoup plus gros.

L'épicéa a un retrait faible, il est peu nerveux. Il est plus léger que le sapin, et plus durable que lui. Il est très fissile; c'est le type des bois de fente et de résonance.

Les bois d'éclaircie et les petits-bois sont réservés pour

la fabrication de la pâte à papier; l'épicéa avec sa fibre longue, feutrante, peu colorée, est le meilleur bois pour cet usage. Il donne également une excellente fibre d'emballage, inodore pour l'emballage des fruits, primeurs et œufs.

Les perches et poteaux, particulièrement droits, sont recherchés comme bois et perches d'échafaudage ou de marine, mâts, supports de lignes.

Les gros bois fournissent, suivant leur qualité, les bois de menuiserie fine et de moulure, la menuiserie de bâtiment, la charpente, le caissage, le coffrage, etc. Les plots nets de nœuds, des meilleurs provenances, conviennent pour la construction aéronautique, les montants d'échelles, les avirons, les bois filés pour stores, etc.

Le bois d'épicéa sera utilisé chaque fois que l'élément poids de la construction interviendra : aviation, charpentes légères à hautes résistances, etc.

Certaines fabrications demandent des bois de fente : boîtes à fromages, bardeaux pour couvertures.

Enfin, la sciure d'épicéa, blanche, est très appréciée pour certaines applications, comme les farines de bois utilisées dans la fabrication des matières plastiques et des explosifs.

LE PIN SYLVESTRE (*Pinus sylvestris* L.)

Le pin sylvestre existe dans la plupart des montagnes françaises. Mais à son sujet se pose, en dehors des questions de provenance, celle de la race. Il existe plusieurs races de pin sylvestre, capables de donner, dans la même station, des bois de qualités très différentes. Il convient donc de porter à cette question une attention particulière.

Le pin sylvestre se trouve dans les Vosges; il n'existe pas dans le Jura. Dans certaines régions des Vosges, près de Ribeauvillé et de Bitche, ou encore près de Saint-Dié et de Bruyères, on trouve une race à fût très droit, élancé, à branches minces, qui donne un bois d'excellente qualité, à cœur rouge, présentant les plus grandes analogies avec le pin sylvestre du Nord. Non loin de là, à Hagueneau, se trouvent des pins à fût sinueux, à branches basses, à croissance plus rapide, dont le bois est de qualité inférieure à celle des premiers. Plantées côte à côte au même point, les deux races présentent les mêmes différences de qualité. La première est appelée la « race noble ».

Le pin sylvestre existe en abondance dans le Massif Central, le Puy-de-Dôme, le Cantal, jusqu'à l'Ardèche et la Lozère. La question de race joue aussi. Une « race noble » se trouve dans la partie la plus élevée du Massif, dans le Forez, le Velay, la Margeride, entre 900 et 1 200 m. C'est le pin d'Auvergne.

Dans les parties basses, le pin sylvestre a des qualités moindres.

Les Alpes sont aussi une région de pin sylvestre, surtout les Alpes méridionales, les vallées de la Drôme, de la Durance et de ses affluents. Ce pin des Alpes est souvent court et noueux et de faible qualité. Par contre, la race noble de Briançon donne un bois plus recherché.

Enfin, le pin sylvestre existe en petite quantité dans

les Pyrénées orientales et Pyrénées centrales; en certains points, à altitude élevée, se trouvent de belles qualités (Montlouis, Cauterets).

A côté de ces pins sylvestres de montagne, il faut rappeler l'existence du pin sylvestre de plaine, dans le Centre et l'Ouest. Leur croissance est plus rapide, leur qualité est moins appréciée.

Qualité et utilisation du bois.

Les indications données pour le sapin et l'épicéa valent pour le pin sylvestre. L'influence de l'altitude notamment sera importante, les bois à accroissements lents, donc à couches fines et régulières étant les plus résistants. La question de la race interviendra également.

Le bois de pin est plus lourd que celui du sapin et de l'épicéa, pour des résistances mécaniques comparables. Il présente un cœur différencié, un bois parfait, rougeâtre, caractéristique. Il est relativement résineux et par suite plus durable.

Le bois de pin sylvestre pourra donc être utilisé à l'extérieur, à l'action de l'humidité dans les constructions exposées à l'air marin par exemple.

Il a les mêmes utilisations que le sapin et l'épicéa, charpente et menuiserie, poteaux, bois de mines.

LE PIN MARITIME (*Pinus pinaster* Ait.)

Pin des Landes, pin du Maine, pin noir (Provence).

Le pin maritime est une espèce du bassin occidental de la Méditerranée, dont l'aire naturelle a été agrandie par les plantations.

Elle se trouve dans les Maures et l'Estérel, les basses montagnes du Var et des Alpes Maritimes, en Corse, en Espagne et elle se rencontre en Algérie et au Maroc. Sur le littoral atlantique, on la trouve depuis le Portugal jusqu'en Bretagne.

Elle forme les magnifiques boisements des Landes où elle constitue un massif de près de 800 000 ha, et a été propagée, concurremment avec le pin sylvestre, dans les plantations de la Sologne et du Perche.

Qualité du bois.

L'arbre est d'assez grande taille, à croissance rapide. Le bois est par suite à couches larges et apparentes.

Comme tous les pins, le pin maritime présente un aubier blanc, très sujet au bleuissement. Son bois de cœur est rougeâtre, ou rouge brun clair, assez lourd. Les canaux résinifères sont très visibles, en traînées brunâtres sur les sections longitudinales.

Le bois de pin gemmé, surtout dans les parties voisines de la care, est très résineux, lourd, coloré. Les accroissements sont plus faibles, le bois plus compact.

Le bois est à retrait moyen, pouvant être conservé en rondins. Il est comparable au pin sylvestre en compres-

sion et en flexion. Cependant, il est moins élastique, et moins résistant au choc et à l'action des vibrations et des charges mobiles. Le bois est assez fissile. Certaines précautions sont à prendre lors du clouage des pièces de charpente (augmentation de la distance entre clous et bords des pièces).

Comme utilisation, le pin maritime donne surtout des bois de sciage : menuiserie courante, parquets communs, charpente, bois pour baraquements (choix courants provenant de billes de pied et surbilles).

Il est très utilisé pour le caissage, les fûts d'emballage à matières sèches, le coffrage (choix courants ou inférieurs, bois bleutés, etc.).

Enfin, il donne une certaine proportion de bois de premier choix (moulure électrique, parquets, menuiserie) et de grumes de fort diamètre pouvant être déroulées et utilisées pour la fabrication du contreplaqué.

Nous noterons que le bois gemmé, plus résineux, plus lourd, est plus résistant à la compression que le bois non gemmé, et qu'il est très durable en raison de la forte proportion de résine qu'il contient. Il peut donc être utilisé comme le pitchpin, dans les charpentes soumises à l'humidité ou dans certaines menuiseries extérieures.

LE PIN LARICIO

C'est une espèce des montagnes et collines de l'Europe méridionale et orientale comprenant de nombreuses variétés. Les principales sont :

Le PIN NOIR D'AUTRICHE ou PIN NOIR (*P. Laricio*, variété *austriaca* Host.).

Abondamment planté en France dans les sols calcaires où il forme des reboisements étendus (Champagne, Massif Central, Angoumois, etc.).

Il ne donne là qu'un bois de faible valeur, à accroissements rapides, de mauvaise qualité technologique en raison de ses nœuds nombreux et en couronne.

Il ne fournit guère que des bois ronds (bois de mines, poteaux, bois de papeterie) et des sciages de second choix (menuiserie commune, coffrage, caisserie).

Cependant, lorsqu'il a crû assez lentement (Massif Central), il peut améliorer sa qualité et donner un bois comparable à celui du pin sylvestre.

Le PIN LARICIO DE CORSE (*P. Laricio* Poir.) forme en Corse, entre 1 000 et 1 700 m d'altitude, des peuplements importants. L'arbre atteint de fortes dimensions (45 m de haut 0,80 m et plus de diamètre) et il a un fût droit, à faible décroissance.

Le bois, dans les stations d'origine, a des accroissements minces; le bois de cœur est fortement coloré, chargé de résine, d'aspect tout à fait comparable au pitchpin. Il est très durable, résiste bien à l'action de l'humidité et des agents chimiques; il peut être utilisé en remplacement du pitchpin dans les charpentes spéciales, les menuiseries extérieures, la charpente lourde et durable, la construction navale et le matériel roulant.

Les bois de la même variété ayant crû en France dans les reboisements n'ont pas toujours la même valeur; le cœur est réduit, la densité plus faible.

LE MÊLEZE (*Larix decidua* Mill.)

C'est une essence des montagnes de l'Europe Centrale; elle est caractéristique du climat subalpin, lumineux et sec.

En France, on rencontre le Mêleze à l'état spontané, dans les Alpes de Savoie, du Dauphiné, de la Provence, à partir de 1 000 m dans le Nord, 1 200 vers le Sud, et jusqu'aux limites extrêmes de la végétation forestière, c'est-à-dire 2 300 m environ. Il se trouve donc cantonné vers la ligne de crête dans les hautes vallées de l'Isère, de la Durance et de ses affluents, du Var.

Il est également cultivé en plaine, mais n'y donne pas la même qualité de bois.

L'arbre présente un fût élancé, rectiligne, de grande hauteur.

Le bois a un aubier blanc jaunâtre, nettement délimité, mince, et un bois de cœur bien marqué, rouge brun foncé ou pourpre, résineux.

Les accroissements sont fins et réguliers pour l'arbre d'altitude. Les canaux sécréteurs ne sont pas visibles à l'œil nu.

Le bois est relativement lourd, très résistant, mais fissile, et moyennement résilient.

C'est certainement un de nos bois résineux les plus intéressants, sinon le plus précieux. Il est malheureusement rare et très localisé.

Il peut donner d'excellentes charpentes capables de résister à l'action de l'eau ou des fumées et menuiseries extérieures. Le bois de cœur résiste très bien à l'action des agents chimiques et a pu remplacer le pitchpin dans la cuverrie spéciale à produits chimiques. Il est recherché en raison de sa durabilité comme poteaux télégraphiques et étais de mines.

2. Les bois d'importation.

Les bois de pays ne suffisant pas à tous les besoins de la construction, on a recours, comme complément, à la production de nos colonies ou à celle des pays exportateurs. Parmi les bois importés, nous retiendrons ceux qui sont le plus souvent utilisés par les constructeurs, en indiquant leurs caractéristiques et leurs usages principaux.

BOIS COLONIAUX

De nombreux bois coloniaux font l'objet d'importations suivies. Négligeant ici les bois d'ébénisterie, les bois de placage et de déroulage, les bois de menuiserie fine, nous citerons les essences qui peuvent, à des titres divers, être utilisées dans la construction des charpentes.

1^o Bois mi-lourds, mi-durs, comparables au chêne.

Iroko (*Chlorophora excelsa* Benth.)

appelé également « Kambala » ou « Teck d'Afrique ».

Bois jaune clair, brunissant à la lumière, homogène.

Densité comparable à celle du chêne dur (0,70 à 0,85).

Bois moyennement nerveux, de dureté moyenne, facile à travailler. Qualités mécaniques voisines de celles du chêne.

Durabilité excellente (l'aubier mis à part); se comporte très bien vis-à-vis de l'humidité. De plus, résiste bien aux acides et à la plupart des agents chimiques.

Recommandé pour les charpentes lourdes, les constructions exposées aux intempéries, la grosse menuiserie, les planchers d'usines; les escaliers extérieurs, les plate-lages de ponts, etc.

Utilisé également dans la cuverrie : machines à laver, cuves à blanchisserie, cuves à produits chimiques, etc.

Movingui (*Disthemonanthus Benthianus* Baill.)

appelé également « Acacia d'Afrique » ou « Oguéminia ».

Bois jaune.

Densité 0,7 à 0,8.

Bonne durabilité.

Intermédiaire entre le Chêne et l'Iroko.

Teck (*Tectona grandis* L.)

appelé « Vrai Teck », « Teck du Siam », « Teck d'Asie ».

Bois hétérogène, brun clair, huileux-au toucher, contenant une oléorésine qui assure sa conservation, le préserve des insectes et le rend peu sensible aux variations hygrométriques. Ne contient pas de tanin, ne rouille pas les métaux avec lesquels il est en contact.

Peu nerveux, mi-dur, de densité voisine de celle du chêne, se travaille facilement.

Utilisé pour tous travaux de construction navale, matériel de chemins de fer.

A conseiller dans toutes constructions exposées aux intempéries, charpentes non abritées, menuiseries extérieures, châssis de portes et fenêtres, etc.

Niangon (*Tarrietia utilis* Spr.)

appelé aussi « Ogoué » ou « Acajou résineux ».

Bois rougeâtre comme l'acajou, gras au toucher; résistant bien aux champignons et aux insectes.

Recommandé pour travaux à l'humidité, charpentes extérieures, constructions navales, constructions à l'eau, etc.

2^o Bois très lourds et très durs, dits « Bois de fer ».

Angélique (*Dicorynia paraensis* Benth.)

appelé aussi « Teck de Guyane ».

Bois très dense (Densité 0,7 à 0,9), dur, homogène, brun rougeâtre, assez nerveux, résistant aux agents chimiques.

Bonnes résistances mécaniques, grande durabilité, non attaqué par les insectes ou taretés.

Utilisé pour les charpentes lourdes, les travaux hydrauliques et maritimes, les escaliers extérieurs, les ponts, les parquets d'usines; également la grosse tonnellerie, les cuves à produits chimiques.

Azobé (*Lophira procera* Chev.)
appelé aussi « Bongossi », « Bois de fer ».

Bois très dense (densité 0,95 à 1,10), homogène, brun chocolat. Imputrescible, inattaqué par les termites et les taretés.

Bois très dur, à résistances très élevées.

Recommandé pour les travaux hydrauliques et maritimes, appontements, portes d'écluse, chemins de fer, wagonnage, etc.

Lim (*Erythrophlaeum Fordii* Oliv.)
appelé aussi « Teck Lim », « Bois de fer ».

Bois très dense (densité 0,9 à 1,1), brun, réputé imputrescible.

Mêmes utilisations que les deux précédents.

Résiste bien à l'usure : planchers d'usines, platelages d'usure, supports de machines.

BOIS D'IMPORTATION

L'importation fournit à la fois des bois de charpente de qualité et des bois pour travaux spéciaux. Nous nous bornerons à signaler les principaux d'entre eux, par régions d'origine.

1^o Bois du Nord (Scandinavie, Finlande, Pays baltes).

Sapin blanc du Nord : Épicéa.

Sapin rouge du Nord : Pin sylvestre.

Ce sont les mêmes essences que celles qui croissent en France sous les mêmes noms et dont nous avons déjà indiqué les qualités et les caractéristiques.

Les bois sont à accroissements généralement fins, en raison de la latitude, et réguliers, en raison de leur croissance en futaie régulière. Ils sont livrés en qualités soigneusement définies et classées par choix, dessevés par flottage à l'eau, et à l'état sec à l'air. Ils représentent donc des qualités supérieures dans les essences indiquées, ce qui explique leur vogue dans la construction. Nos bois de montagnes peuvent leur être comparés comme grain, résistances mécaniques, emplois.

Leurs utilisations vont à la menuiserie, à la charpente légère et soignée, à la construction de matériel (échelles, châssis de machines agricoles, etc.).

2^o Bois d'Europe centrale et orientale (Pologne, Russie, Autriche, Roumanie, Hongrie, Yougoslavie, etc.)

Résineux : Sapin, épicéa, pin sylvestre.

Feuillus : Chêne rouvre, chêne pédonculé.

Complément de notre propre production, dont ces bois ont à peu près les mêmes qualités. Les exportations por-

tent de préférence sur des bois de choix classés de belle qualité.

Mêmes caractéristiques et mêmes utilisations que nos bois de pays, suivant les qualités.

3^o Bois à usages spéciaux (Amérique, Australie, etc.)

Pin d'Orégon, ou sapin de Douglas
(*Pseudotsuga taxifolia* Brit.) (Ouest des U. S. A. ou Canada).

Pitchpins ou Southern yellow pine
(*P. taeda*, *echinata*, *palustris*, *rigida*, etc...) (Sud-Est des U. S. A.)

Spruce rose ou Épicéa de Sitka (*Picea sitchensis* Carr.)
(Côte Pacifique du Canada et des U. S. A.)

Résineux à accroissements réguliers et fins, se présentant en pièces de grandes longueurs, à fil exactement rectiligne, à défauts rares et légers.

Douglas et Pitchpins sont des bois fermes, densité 0,6 à 0,8, brun rougeâtre, résineux, convenant pour travaux extérieurs en raison de leur bonne durabilité. Utilisés dans la charpente d'usines, les constructions exposées aux intempéries, pylônes, mâts, ponts; les menuiseries extérieures; la construction des bâtis de machines agricoles, etc. Les pitchpins résistent au surplus aux agents chimiques et sont particulièrement indiqués pour les travaux de construction intéressant l'industrie chimique, les réservoirs et cuves à produits, certaines canalisations et conduites d'eau.

Le Spruce est un épicéa léger, à fil très droit, à hautes résistances mécaniques. Utilisé pour les charpentes extralégères, les mâtures, les échelles, les machines agricoles. C'est le bois type de la construction aéronautique, offrant, au moindre poids, les plus hautes résistances.

Greenheart (*Nectandra Rodioei* Mez.)
(Guyanes hollandaise et anglaise.)

Bois très lourd, homogène, cœur brun verdâtre. Très nerveux, très dur. Réputé imputrescible, résistant à l'eau et aux acides. Résistances très élevées.

Utilisé dans les travaux spéciaux hydrauliques et maritimes, portes d'écluses, appontements, etc.

Jarrah, Karri (*Eucalyptus* Sp.)
(Australie.)

Bois très lourds, cœur brun rougeâtre. Très nerveux et très durs. Imputrescibles, résistant aux insectes et aux taretés. Résistances très élevées.

Utilisés dans les travaux spéciaux hydrauliques et maritimes, comme le précédent. Employés également dans la construction mécanique, la fabrication de coussinets, d'alluchons, en raison de leurs fortes résistances transversales, et leur haute résistance à l'usure.

3. L'utilisation des différentes essences.

Nous venons d'étudier l'une après l'autre, les différentes essences auxquelles il est fait appel dans la construction en bois. Si chacune d'elles ne répond pas à un but parti-

MANUEL DE LA CHARPENTE EN BOIS

culier, il est du moins à noter qu'elle a des caractéristiques propres, convenant plus particulièrement à tel ou tel genre de travaux. Et nous avons déjà mentionné les applications que, suivant leurs qualités respectives, elles peuvent trouver dans la charpente intérieure ou extérieure, ou encore dans les travaux qui posent des exigences particulières, travaux hydrauliques ou maritimes par exemple.

De même, nous avons indiqué, pour chaque essence, ses qualités de densité et de résistances mécaniques, mais sans les chiffrer d'une manière précise. Nous avons dit d'autre part que, pour les essences courantes visées par la norme « Règles d'utilisation du bois dans la construction » on pouvait, à défaut d'essais mécaniques précis, avoir recours à un tableau de résistances de sécurité fixées suivant les caractéristiques technologiques des bois et leur classement en trois catégories définies, dont nous avons donné la spécification.

Pour avoir une idée d'ensemble des qualités des principales essences préconisées, nous avons cru devoir résumer dans le tableau ci-contre, les caractéristiques physiques

et mécaniques de la plupart d'entre elles. Ce tableau permettra, pour une utilisation déterminée, d'avoir une idée au moins approximative des qualités de chacune d'elles et, par suite, de faire un choix.

Dans un deuxième tableau, nous sommes partis au contraire des différents types de construction et nous avons indiqué, suivant la nature des travaux à réaliser, les bois qui paraissent les plus propres à cet usage. Les bois de pays fournissent une gamme assez étendue, permettant de satisfaire à peu près à toutes les conditions posées. Cependant, il est des cas où ils devront être soigneusement protégés ou imprégnés au moyen de produits antiseptiques. Certains bois d'importation peuvent, dans ces cas particuliers, offrir une meilleure garantie de durée, ou des qualités supérieures de résistance.

Enfin, il semble que, de plus en plus, les bois coloniaux, surtout pour les travaux spéciaux, fourniront un contingent appréciable à utiliser dans la construction, en complément de la production métropolitaine qui arriverait difficilement à fournir les volumes demandés.

CARACTÉRISTIQUES MOYENNES COMPARÉES DES PRINCIPAUX BOIS DE CONSTRUCTION

CARACTÉRISTIQUES	BOIS DE PAYS				BOIS COLONIAUX				BOIS D'IMPORTATION		
	Réineux		Chêne		Iroko	Teck	Angélique	Azobé	Sapins du Nord	Pitchpins	Greenheart-Jarrah Karri
	Sapin Épicéa	Pins	Chênes tendres	Chênes durs							
Physiques.											
Densité	Léger 0,4 à 0,5	Mi-Lourd 0,5 à 0,6	Léger 0,5 à 0,7	Mi-Lourd 0,6 à 0,8	Mi-Lourd 0,6 à 0,8	Mi-Lourd 0,6 à 0,8	Lourd 0,7 à 0,9	Très Lourd 0,9 à 1,1	Léger et Mi-Lourd 0,4 à 0,6	Lourd 0,6 à 0,8	Très Lourd 0,9 à 1,2
Dureté	Tendre	Mi-dur	Mi-dur	Dur	Mi-dur	Mi-dur	Dur	Très dur	Ferme	Dur	Très dur
Tenue à l'humidité ...	Moyenne	Bonne	Très bonne		Très bonne		Imputrescibles		Bonne	Très Bonne	Imputrescible
Travail du bois...	Très facile		Très Facile	Facile	Assez Facile	Facile	Difficile	Difficile	Très Facile	Facile	Difficile
Mécaniques. Résistances de rupture (kg/cm ²)											
A la compression axiale	350 à 450	400 à 500	450 à 550	500 à 700	500 à 700	500 à 700	600 à 800	900 à 1000	400 à 550	500 à 600	800 à 1000
A la compression transversale ...	60	75	100	120	130	130	150	200	70	80	250
Au cisaillement ..	30	40	50	60	60	60	80	100	30 à 40	40	100

INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS

BOIS A UTILISER SUIVANT LES TYPES DE TRAVAUX

TYPE DE CHARPENTE	NATURE DES TRAVAUX	BOIS DE PAYS	BOIS COLONIAUX	BOIS D'IMPORTATION
Charpente normale.	Charpente ordinaire couverte et abritée; ossatures de maisons et baraquements, cintres, échafaudages.	Sapin, épicéa Pin sylvestre, pin maritime Chêne (accessoirement Châtaignier, Peuplier).		Résineux du Nord ou de l'Europe Centrale ou Orientale.
Charpente à grande portée.	Charpente industrielle triangulée. Charpente légère à hautes résistances.	Épicéa, sapin { accroissements Pins { fins sylvestres {		Spruce, Douglas. Pitchpin.
Charpente spéciale exposée à l'humidité.	Pylônes, ponts, tribunes de sport.	Mélèze, Pin laricio de Corse Pin sylvestre (cœur).	Iroko, Movingui	Pitchpin.
Charpente lourde.	Infrastructures de bâtiments. Bâtis de machines, Supports.	Pin { (cœur, accroissements fins.) Chêne dur.	Iroko Azobé, Angélique.	
	Escaliers intérieurs.	Orme.		
Travaux hydrauliques ou maritimes.	Appontements, estacades, batardeaux.	Chêne dur créosoté.		
	Équipement d'écluses.	Pin { (cœur, accroissements fins.)	Angélique, Azobé.	
	Pilotis.	Orme, Aulne, Chêne (cœur)		Greenheart, Jarrah, Karri.

ANNALES DE L'INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS

28, BOULEVARD RASPAIL, PARIS-VII^e

Septembre 1948

N° 41

Nouvelle série.

THÉORIES ET MÉTHODES DE CALCUL, N° 2

QUALITÉ DES MATÉRIAUX ET SÉCURITÉ DANS LE BATIMENT AINSI QUE DANS LA CONSTRUCTION DES MACHINES

Résultats des études et essais exécutés de 1923 à 1943

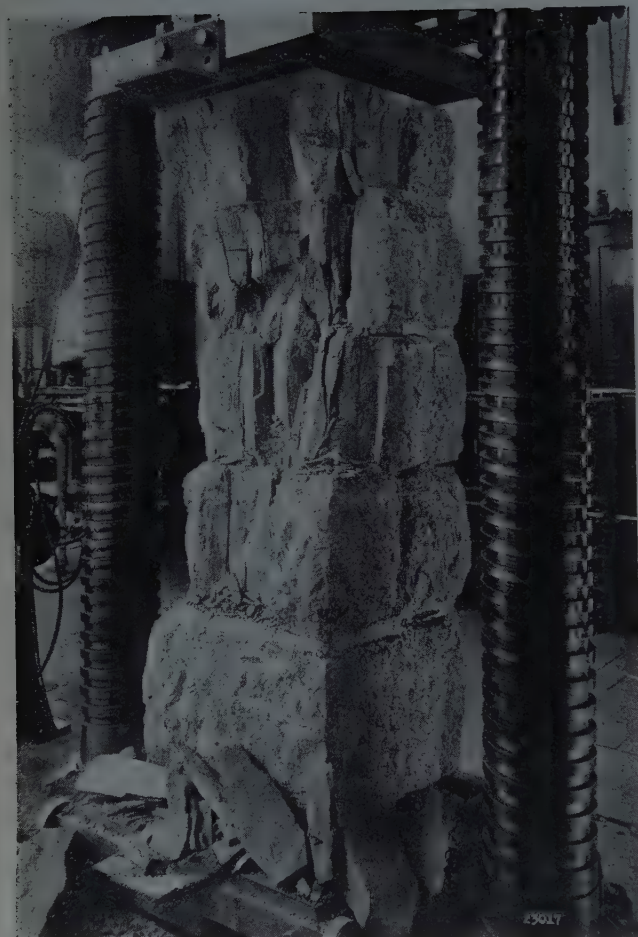
au Laboratoire Fédéral d'Essai des Matériaux et Institut de Recherches, Industrie, Génie civil, Arts et Métiers à Zurich.

RAPPORT N° 143 (MAI 1943)

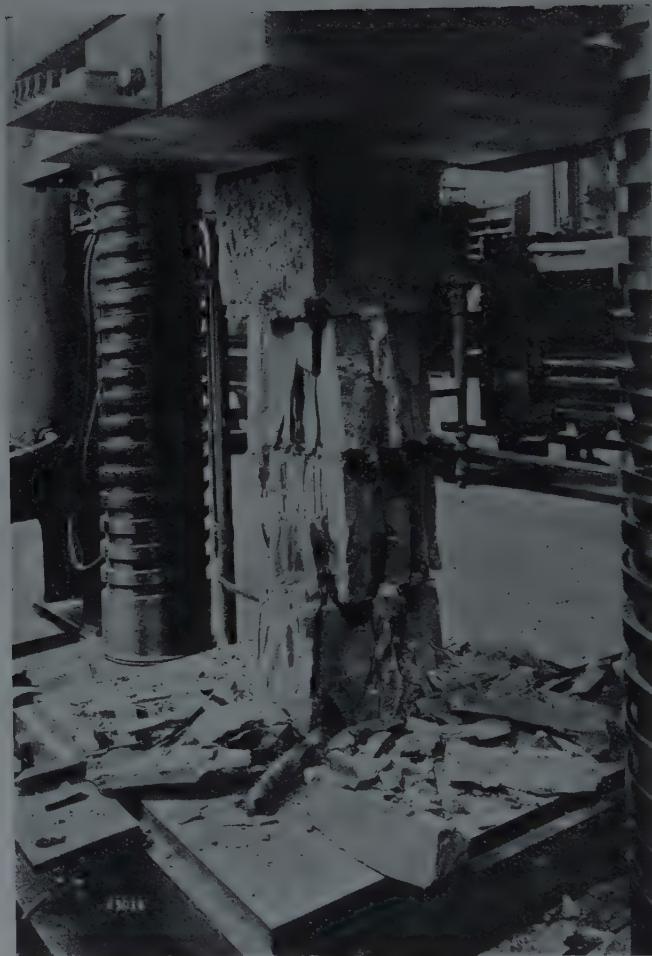
Présenté par **M. ROŠ,**

Professeur-Docteur Ing. h. c., Président de la Direction du Laboratoire Suisse d'Essais de Matériaux.

INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS



Pilier $40 \times 40 \times 120$ cm.



Pilier $20 \times 20 \times 60$ cm.

FIG. 1. — Piliers en pierres naturelles $40 \times 40 \times 120$ et $20 \times 20 \times 60$ cm. Calcaire de Regensburg. Maçonnerie en pierres de taille.
Essai de rupture. Charge de fissuration 312 resp. 344 kg/cm^2 .

Résistances à l'écrasement. Pilier (maçonnerie) $pf \beta_d = 425$ resp. 417 kg/cm^2
 pierre $w \beta_d = 1\ 660 \text{ kg/cm}^2$
 mortier $w \beta_d = 271 \text{ kg/cm}^2$

TABLE DES MATIÈRES

	Pages.		Pages.
Avant-propos	4	V. Fonte	21
Introduction	4	VI. Acier de construction et de machines :	
I. Maçonnerie de pierres naturelles et artificielles :		1. Constructions métalliques.....	23
1. Maçonnerie de pierres naturelles	5	2. Construction de machines	28
2. Maçonnerie de pierres artificielles.....	6	3. Réservoirs sous pression sans joint.....	30
II. Bois de construction	8	4. Réservoirs sous pression sur camions. Tank des wagons-citernes	31
III. Béton et béton armé :		5. Réservoirs fixes sous pression	32
1. Béton non armé.....	11	6. Conduites forcées et de distribution.....	34
2. Béton armé	12	7. Téléfériques.....	34
3. Béton précontraint	17	VII. Métaux légers	35
IV. Acier coulé.....	19	Conclusions	37
		Notes	46
		Bibliographie	48

RÉSUMÉ

Cette étude a pour objet de faire le point sur l'état actuel de nos connaissances relatives aux effets produits dans les divers matériaux utilisés dans les constructions (maçonneries de pierres naturelles et artificielles, bois, béton non armé, armé et précontraint, fonte, acier coulé, acier de construction) — compte tenu de leurs caractéristiques propres et de leurs qualités commerciales — par les sollicitations complexes auxquelles ils se trouvent soumis, et, par l'analyse de ces sollicitations (statiques, dynamiques, répétées, de longue durée) et de leurs effets réels (déformations, fatigue, fluage, relaxation, rupture, stabilité), d'en tirer, dans l'intérêt de la sécurité publique et de l'économie mondiale, les coefficients de sécurité vrais à appliquer dans chaque cas et les contraintes admissibles correspondantes. Ces coefficients de sécurité vrais et ces contraintes admissibles sont comparés à ceux (théoriques) qui ressortent des règlements en vigueur pour la conduite des calculs, et à ceux (réels) qui ont été obtenus dans différents ouvrages récents. L'auteur s'efforce d'en tirer des recommandations concernant le choix des dispositions constructives à adopter, les conditions à imposer lorsque la qualité des matériaux se modifie, les essais sur modèles ou sur ouvrages à exiger, le danger de déduire d'essais réalisés des caractéristiques que ces essais ne mettent pas en jeu.

SUMMARY

The object of this study is to determine the present state of our knowledge as to the effects produced in the various materials of construction (masonry of natural and artificial stone, timber, unreinforced, reinforced and prestressed concrete, cast iron, cast steel, constructional steel), taking into consideration their peculiar characteristics and commercial grades, by the complex stresses to which they are subjected and, by means of an analysis of these stresses (static, dynamic, repeated, or maintained over a long period) and of their practical effects (deformation, fatigue, extrusion, relaxation, breaking or stability) to ascertain, in the interests of public safety and world economy, the true factors of safety which are applicable in each case and the corresponding allowable stresses. These true factors of safety and these allowable stresses are compared with the theoretical ones given by the rules in force for making calculations and with practical ones taken from various recent works on the subject. The author endeavours to draw from these sources recommendations as to the choice of constructional design to be adopted, the stipulations to be made where the quality of the materials is modified, the necessary tests on models or on the construction itself and the danger of deducing from tests made characteristics not brought into play by these tests.

AVANT-PROPOS

L'étude de la qualité des matériaux et celle de la sécurité dans les constructions qui forment le sujet de ce rapport sont étroitement liées l'une à l'autre. Toutes les deux méritent une grande attention à notre époque où les matières premières manquent et où il est difficile de maintenir la qualité.

La sécurité technique est un élément important de la sécurité publique. Pour cette raison la sécurité technique a été et sera toujours un problème fondamental de la technique, qui ne s'arrêtera jamais dans son développement. L'étude de ce problème est à l'ordre du jour, elle est justifiée par les progrès et les échecs des derniers temps.

La construction pendant la guerre, au point de vue technique de l'économie des matières, nous impose une grande attention et demande un examen approfondi des degrés de sécurité dans la construction des bâtiments et des machines modernes.

Le présent rapport est basé sur les résultats de recherches systématiques exécutées par le Laboratoire, ainsi que sur l'expérience acquise grâce aux constructions réalisées durant les vingt dernières années. Il réunit également les renseignements fournis par les rapports présentés à la Société des Ingénieurs et des Architectes (Sections Waldstätte, Lucerne et Berne, 1942; Saint-Gall et Winterthur, 1943), ainsi qu'à l'Association Suisse pour Essais des Matériaux (1942-1943) et il doit être un supplément à la Série documentaire en vue de grands travaux à prévoir publiée par M. O. ZIPFEL, Délégué en cette matière.

Zurich, 1943.

M. Roš.

INTRODUCTION

Les théories, résultats de nos connaissances, doivent être exactement comprises pour être applicables dans les constructions et dans la construction des machines. Elles doivent servir de base à notre orientation et nous garantir contre les erreurs et les succès. Elles doivent nous faire comprendre les principes suivant lesquels les calculs doivent être conduits pour déterminer le choix des matériaux, l'organisation des ateliers et des chantiers, et les mesures de sécurité qu'il convient de prendre pendant l'exécution des travaux.

L'expérience, l'observation et les mesures prises sur les constructions réalisées nous permettent de constater le comportement réel et les conditions de travail des éléments de construction et les constructions entières. L'expérience renforce le sentiment de confiance que l'on a vis-à-vis des tensions calculées, des coefficients théoriques de sécurité et de la véritable capacité portante. Les observations et les mesures révèlent au calculateur et au constructeur ce qui n'est calculable qu'approximativement et ce qui est quelquefois mathématiquement insaisissable.

Pour simplifier, et pour rendre la question plus claire, les théories classiques se basent sur les hypothèses suivantes :

- les sections sont géométriquement régulières;
- applications des forces de préférence centrées et sur l'axe de gravité;
- homogénéité des matériaux;
- isotropie des matériaux;
- invariabilité des propriétés des matériaux;
- absence des tensions internes.

Mais, en réalité, si l'on approfondit la question, on s'aperçoit qu'il n'existe pas de sections géométriquement exactes, que les forces sont appliquées toujours avec une certaine excentricité, que les matériaux ne sont ni homogènes ni isomorphes (tout au plus sont-ils quasi-isomorphes), que l'on est en présence d'une inévitable variation des propriétés physiques, chimiques et de résistance, et qu'enfin il y a toujours des tensions internes.

On devrait tenir compte beaucoup plus qu'on ne le fait généralement de cet état de choses dû à la nature et à la fabrication des matériaux. Il existe toujours une différence entre le coefficient de sécurité calculé d'une construction et sa sécurité vraie.

Les valeurs critiques :

- de l'effort statique, de ductilité, de rupture;
- de la résistance à la fatigue;
- de la stabilité contre le flambement;
- de la résistance au glissement par viscosité;
- de la déformation,

divisées par les valeurs admises ou ayant lieu réellement, déterminent le coefficient de sécurité de calcul $= v_r$ ou le coefficient de sécurité réelle $= v_{ro}$.

La différence entre ces deux coefficients dépend :

- du degré de concordance du résultat de calcul avec l'état réel du système : constructions, forces extérieures, effort, déformation;
- des détails de la construction;
- de la qualité des matériaux;
- de la sévérité du contrôle pendant les travaux;
- de la qualité d'exécution;

de sorte que le détail de l'appréciation de la véri-

table sécurité doit être toujours nettement précisé.

Pour apprécier le véritable degré de sécurité on doit plutôt tenir compte, autant que possible, des changements qui se manifestent entre la théorie de l'élasticité et celle de la plasticité dans les états d'effort, de déformation, de fatigue, de rupture ou de flambement.

Les constructions à haut degré hyperstatique (cadres, plaques, coques et voiles, formes spéciales pour construction de machines) possèdent une capacité d'adaptation qui peut être très économique.

Cela tient, dans le cas d'une trop forte tension locale, à une distribution favorable des forces dans les limites de plasticité.

Cette méthode de calcul de la sécurité sera discutée par la suite à l'aide des représentations graphiques. Cette étude concernera les constructions massives : maçonnerie en pierres naturelles et artificielles, béton, béton armé, puis constructions en bois et métalliques y compris les métaux légers.

I. — MAÇONNERIE DE PIERRES NATURELLES ET ARTIFICIELLES

1. Maçonnerie de pierres naturelles (1).

Les résistances à la compression des piliers en maçonnerie chargés au centre de leur section (fig. 1) ainsi que les tensions admises correspondantes au centre de gravité sont représentées graphiquement sur la figure 2.

Les piliers ont les dimensions $40 \times 40 \times 120$ et $20 \times 20 \times 60$, avec un rapport $\frac{h}{b} = 3$.

Les joints sont ≤ 20 mm.

Les mortiers employés sont :

- 1° Les mortiers au ciment Portland variant de 1 (ciment Portland) pour 5,25 (sable), soit : 250 kg C. P. pour 1 m³ à 1 (ciment Portland) pour 3,5 (sable), soit : 400 kg C. P. pour 1 m³.
- 2° Mortier bâtard avec chaux hydraulique de 1 : 2,5 : 13 (100 kg C. P. + 200 kg Ch. h.) à 1 : 2,5 : 8,8 (150 kg C. P. + 250 kg Ch. h.).
- 3° Mortier à la chaux hydraulique 1 : 3 (350 kg Ch. h.); âge ≤ 90 j.

Les valeurs représentées se rapportent à la maçonnerie en moellons ordinaires, en moellons équarris, en moellons appareillés et en pierres de taille.

Les résistances des mortiers à 28 j qui doivent être réalisées sont également indiquées.

Il est à remarquer que dans les voûtes exécutées le rapport $\frac{\text{épaisseur de la voûte}}{\text{longueur libre}} = \frac{d}{l}$ ne dépasse pas ou dépasse peu la valeur 1 : 3, ainsi l'élancement est en

moyenne : $\frac{l}{i} \approx 10$. Le danger de flambage n'est pas à considérer. L'épreuve des poteaux en maçonnerie avec un rapport $\frac{h}{b} = 3$ au point de vue de la résistance, était donc utile et exacte. Les poteaux les plus minces exécutés en pierre ont le rapport

$$\frac{\text{épaisseur}}{\text{hauteur}} = \frac{d}{l} \leq \frac{1}{10}, \quad \text{c'est-à-dire} \quad \frac{l}{i} \leq 35.$$

Dans les poteaux comme dans les voûtes le danger de flambage est pratiquement inexistant.

Les coefficients de sécurité analytiques reproduits à la figure 2 sont en moyenne :

maçonnerie en moellons ordinaires	$v_r \geq 8,0$	tolérance	35 %
— en moellons équarris	$v_r \geq 8,0-7,5$	—	30 %
— en moellons appareillés	$v_r \geq 6,5$	—	25 %
— en pierres de taille	$v_r \geq 6,0$	—	20 %

Ainsi le plus petit coefficient de sécurité serait $v_r \geq 5$.

Les tensions calculées à la fibre extrême σ_r , doivent tout au plus atteindre 1,5 de la compression σ_s admise pour la charge centrée (fig. 2). Ainsi une excentricité p égale à la moitié de la profondeur k du noyau central est tacitement

tolérée. Pour des excentricités plus grandes que $p = \frac{1}{2} k$ la tension calculée à la fibre extrême σ_r ne doit jamais dépasser 1,5 σ_s . L'application de la force doit normalement rester dans les limites du noyau central. Les excentricités plus grandes que $2k$ sont inadmissibles parce que dangereuses (2).

(1) Voir notes groupées page 46.

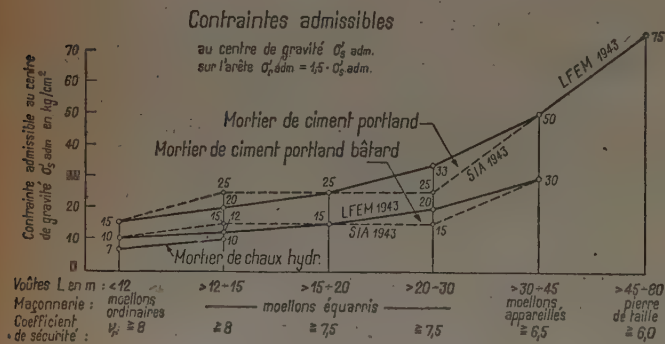
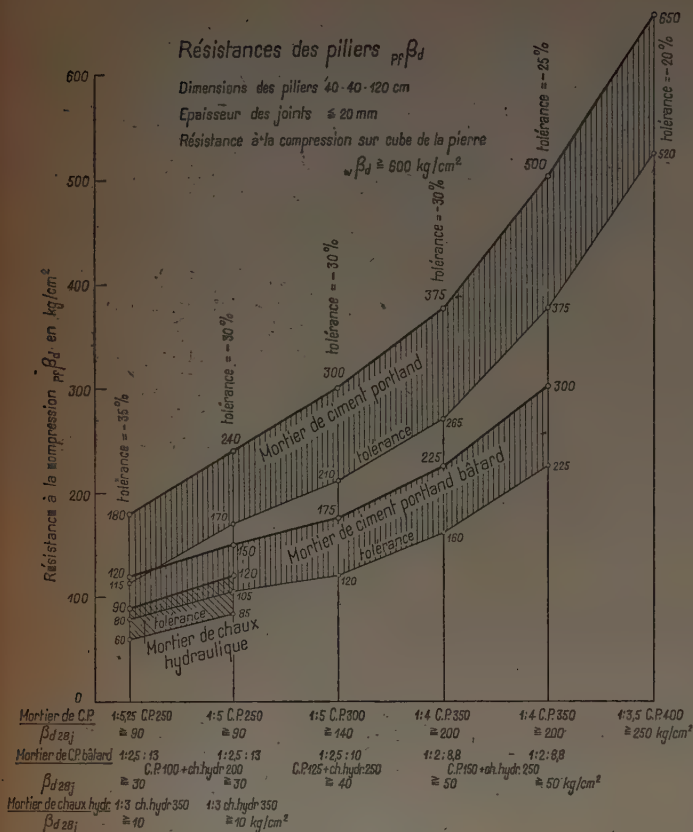


FIG. 2. — Piliers en pierres naturelles $\sim 40 \times 40 \times 120$ cm. Résistances à l'écrasement. Contraintes admissibles au centre de gravité. Charge centrée. Coefficients de sécurité γ_r . Les coefficients de sécurité se rapportent à un effort appliqué à une distance de 1/2 rayon du noyau du centre de gravité.

2. Maçonnerie de pierres artificielles (1).

Le coefficient de sécurité analytique pour la maçonnerie en briques d'argile cuite, en briques silico-calcaires, en briques silico-calcaires de tunnel (avec addition de ciment), au mortier de ciment, mortier bâtard ou de chaux hydraulique pour charges centrées peut être fixé à $\gamma_r \approx 6,5$ avec une tolérance de 20 % (fig. 3). Dans le cas d'une charge

excentrée, quand la tension calculée pour la fibre extrême ne doit pas dépasser 1,5 de la tension σ_a admise pour le centre de gravité (fig. 4), le coefficient de sécurité analytique baisse jusqu'à $\gamma_r \approx 4$.

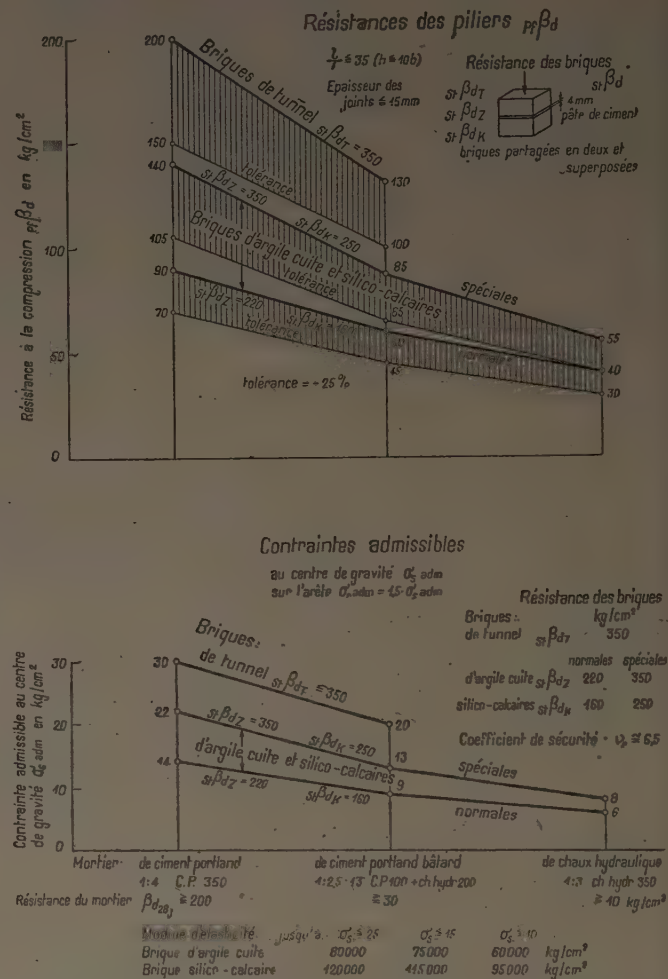


FIG. 3. — Piliers en briques $\sim 38 \times 52 \times 300$ cm. Résistances à l'écrasement et contraintes admissibles au centre de gravité. Coefficients de sécurité γ_r . Charge centrée (voir p. 51).

Ainsi les coefficients minima de sécurité sont :

- pour charges centrées $\gamma_r \approx 5$;
- pour charges excentrées $\gamma_r \approx 3,3$.

La résistance à la rupture des poteaux, ainsi que les tensions admises pour charge centrée, pour les trois catégories de maçonnerie indiquées ci-dessus, sont représentées graphiquement à la figure 3, ceci pour l'emploi de mortiers :

- de ciment Portland 1 : 4 (350 kg C. P./m³) avec résistance à la compression $28 \beta_d \approx 200 \text{ kg/cm}^2$.
- bâtard 1 : 2,5 : 13 (100 kg C. P. + 200 kg Ch.) avec résistance à l'écrasement $28 \beta_d \approx 30 \text{ kg/cm}^2$.
- de chaux hydraulique 1 : 3 (350 kg Ch. h.) avec résistance à l'écrasement $28 \beta_d \approx 10 \text{ kg/cm}^2$.

et pour deux catégories de résistance à la compression des briques :

- briques st $\beta_{ds} = 220$ et 350 kg/cm^2 ;
- briques silico-calcaires st $\beta_{dk} = 160$ et 250 kg/cm^2 ;

la tolérance de résistance est, pour les deux cas, de 20 %.

Épaisseur des joints $\approx 15 \text{ mm}$.

Pour les piliers réalisés d'une manière semblable en briques silico-calcaires et en briques d'argile cuite ⁽³⁾, on a obtenu à peu près les mêmes résistances. On peut, par conséquent, admettre des tensions semblables. Ceci en employant des briques silico-calcaires avec résistance st $\beta_d = 160$ et 250 kg/cm^2 , donc de 25 à 30 % plus faibles que les briques d'argile cuite à st $\beta_d = 220$ et 350 kg/cm^2

(Épreuves faites sur briques cassées en deux, les moitiés mises l'une sur l'autre avec un joint de 4 mm en pâte pure de ciment).

Les tensions ci-dessus indiquées σ_s , admises au centre de gravité et celle à la fibre extrême $\sigma_r = 1,5 \sigma_s$, sont valables pour les constructions en maçonnerie avec élancement :

$$\frac{l}{i} \leq 35, \quad \text{c'est-à-dire :} \quad \frac{h}{b} \leq 10.$$

Si les piliers ou murs sont appuyés ou contrefichés latéralement l'élancement peut être augmenté jusqu'à :

$$\frac{l}{i} \leq 70, \quad \text{c'est-à-dire :} \quad \frac{h}{b} \leq 20 \text{ (2)}.$$

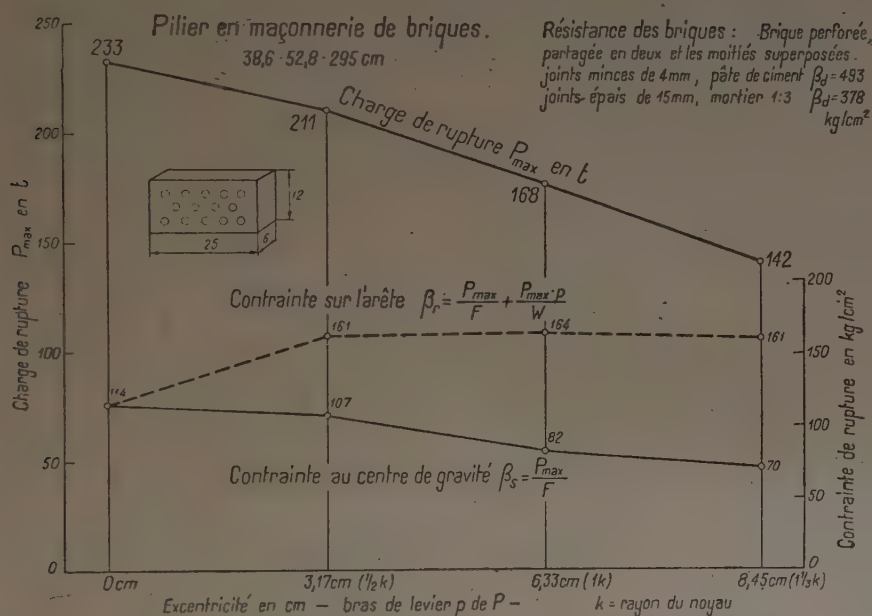


FIG. 4. — Piliers en maçonnerie de briques ordinaires. Briques normales perforées. Section $38,6 \times 52,8 \text{ cm}$. Hauteur 2,95 m. Mortier de ciment Portland 1 : 3. Age 34 j environ. Élancement $\frac{l}{i} \approx 29,3$. Diminution de la charge de rupture avec l'augmentation de l'excentricité de l'effort. Contraintes au centre de gravité et sur l'arête (voir p. 51).

II. — BOIS DE CONSTRUCTION

Les valeurs moyennes de résistance pour le bois sain, séché à l'air, droit, autant que possible sans nœuds, sont représentées figure 5 où nous avons : bois conifères : sapins blanc et rouge, pin, mélèze et bois à feuilles caduques : chêne, hêtre. L'humidité du bois séché à l'air ne doit pas dépasser 20 % par rapport au poids sec absolu ($W = 0$) : $W \leq 20 \%$.

Le poids volumétrique à l'état sec absolu r_0 doit être $r_0 \approx 0,4 \text{ kg/dm}^3$.

L'influence de l'humidité W (premier coefficient) et du poids sec absolu r_0 (deuxième coefficient) sur la résistance $w \beta_d$ des bois de sapin dans le sens longitudinal (troisième coefficient : rapport de la direction de la force à la direction des fibres) est spécifiée figure 6.

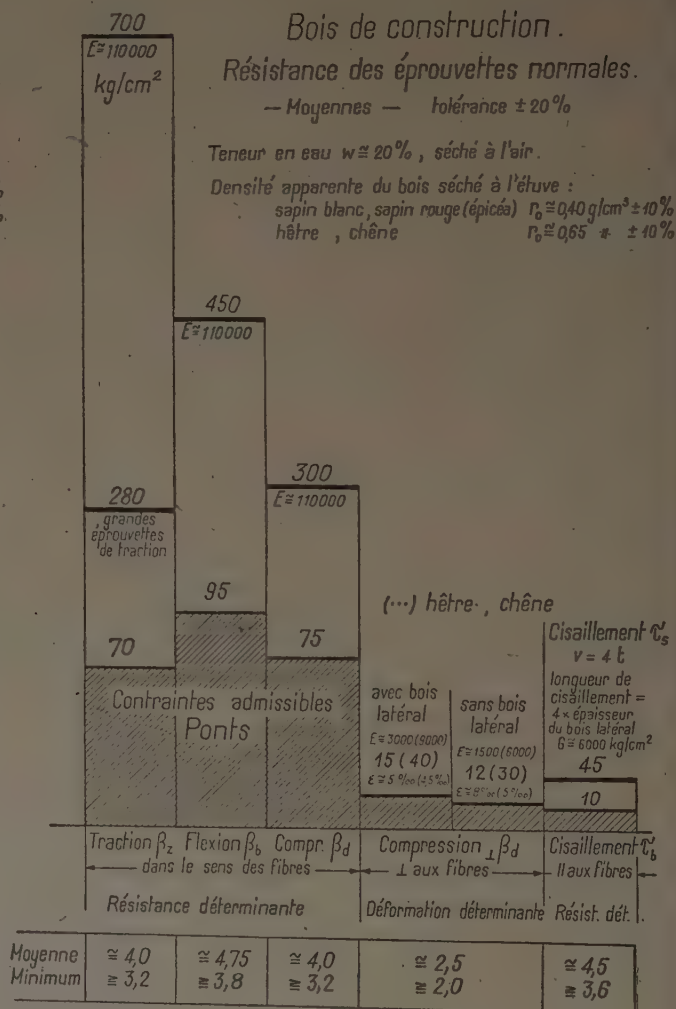
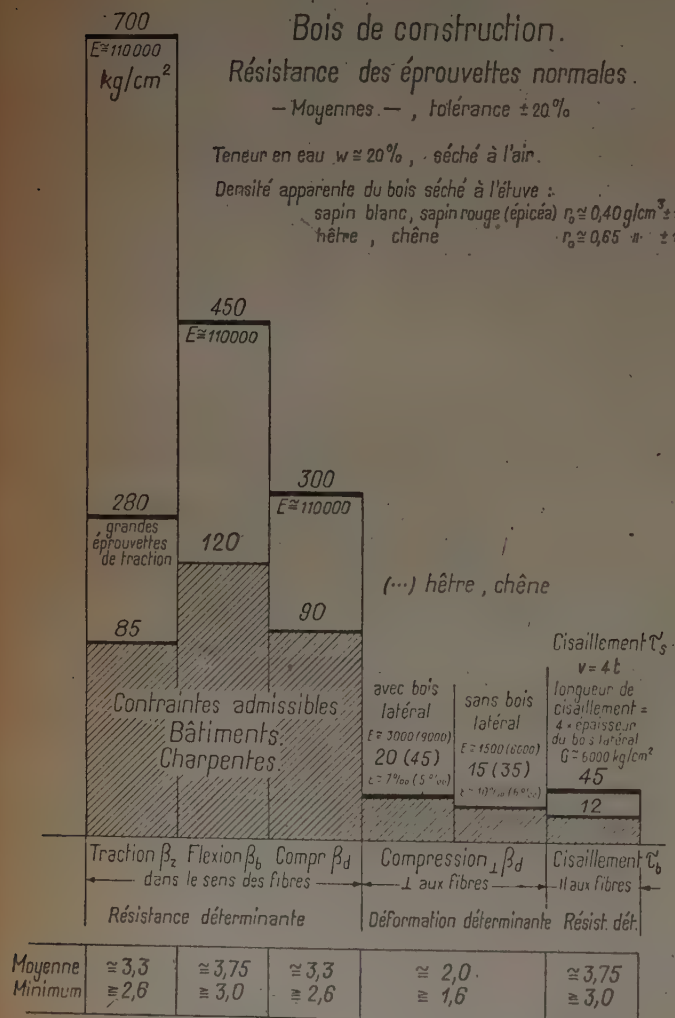


FIG. 5. — Bois de construction. Résistances. Contraintes admissibles. Coefficients de sécurité v_r .
Bois sain, droit, autant que possible sans nœuds, séché à l'air ($H_2O \leq 20 \%$).

Bois de construction.

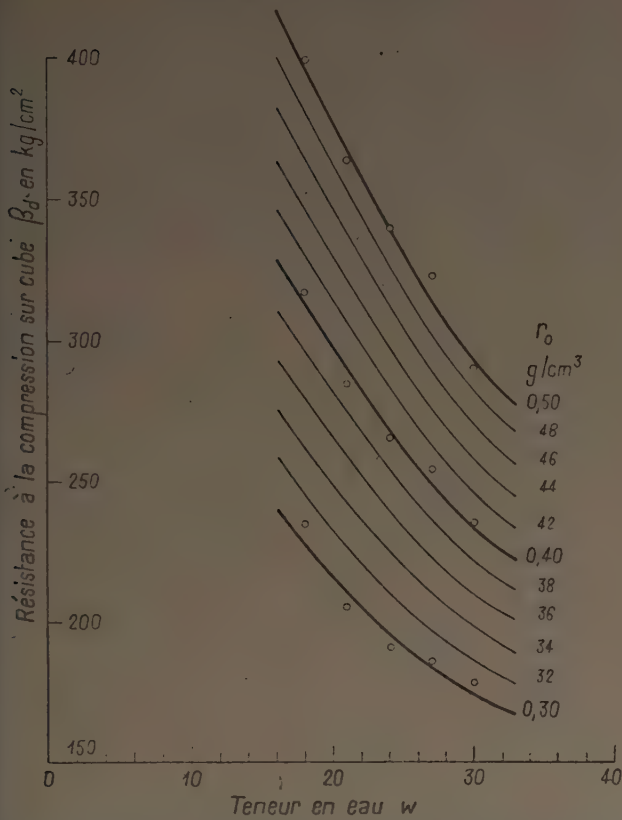


FIG. 6. — Résistance à la compression du sapin blanc et du sapin rouge (épicéa) en fonction de la teneur en eau pour des densités apparentes à l'état sec absolu de $\rho = 0,3 - 0,5 \text{ kg/dm}^3$.

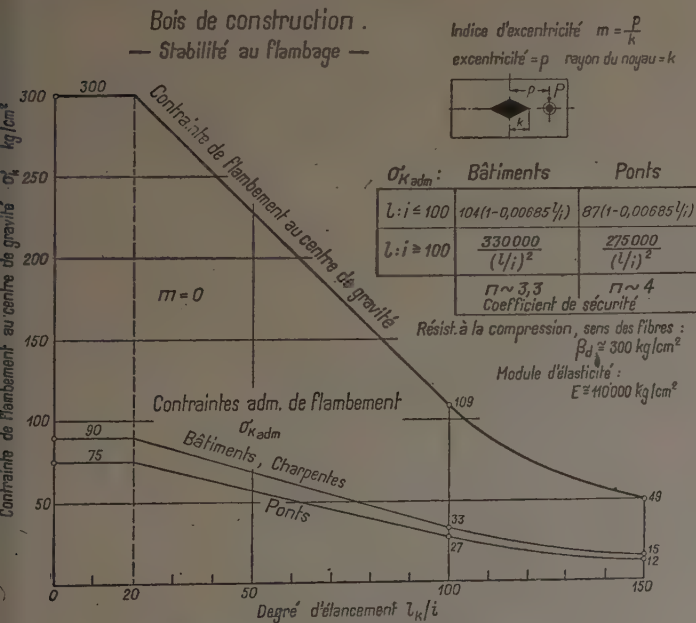


FIG. 7. — Bois de construction. Stabilité au flambement. Contraintes admissibles de flambement au centre de gravité. Flambage centré.

Les tensions admissibles pour les bâtiments et les ponts suivant l'Instruction « SIA » de 1942 [traction, compression, flexion, glissement et cisaillement (4)] sont représentées figure 5.

La stabilité au flambage sous une pression centrée exprimée par la tension σ_k est représentée figure 7 où les courbes des tensions admissibles $\sigma_{k adm}$ sont également reproduites.

Les coefficients de sécurité calculés sont :

Pour bâtiments 3,3
Pour ponts 4,0

Du diagramme de la figure 8 on peut tirer les tensions de flambage au centre de gravité ainsi que les tensions admissibles de flambage $\sigma_{k adm}$ sous une force excentrée ; ceci pour les excentricités p jusqu'à la triple profondeur k

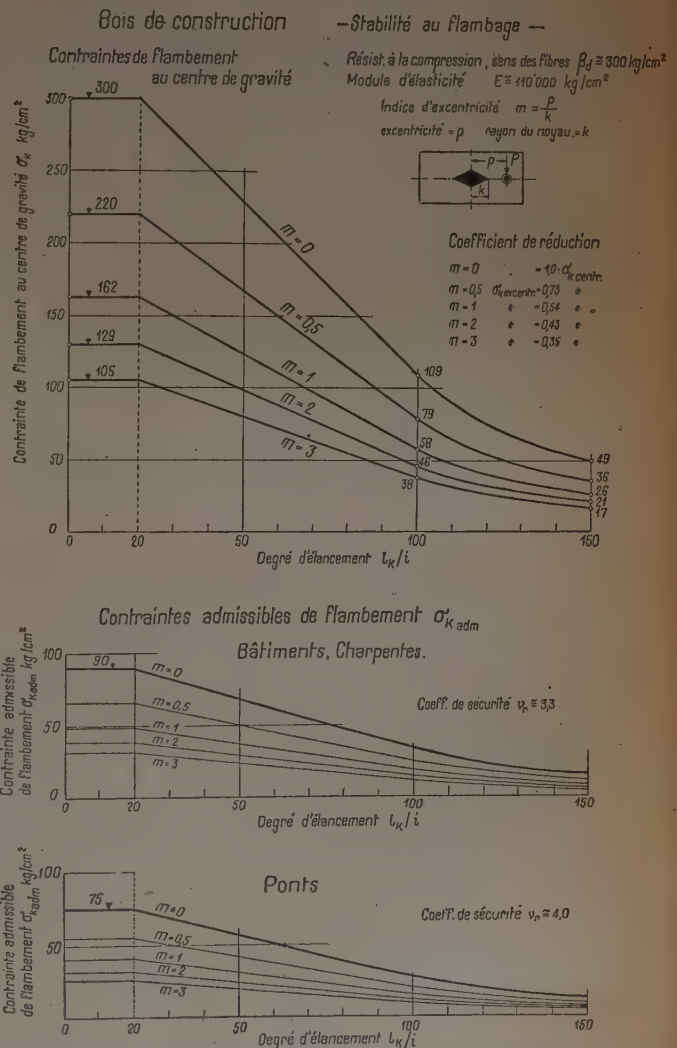


FIG. 8. — Bois de construction. Stabilité au flambement. Contraintes admissibles de flambement au centre de gravité. Flambage excentré.

du noyau central, c'est-à-dire jusqu'à un coefficient d'excentricité de $\frac{P}{k} = 3$.

La résistance au glissement par viscosité σ_{kr} du bois d'après les essais du Laboratoire Suisse est égale à $\cong 0,6$ de la résistance statique à la compression : β_d .

$$\sigma_{kr} \cong 0,6 \beta_d \text{ (voir fig. 9).}$$

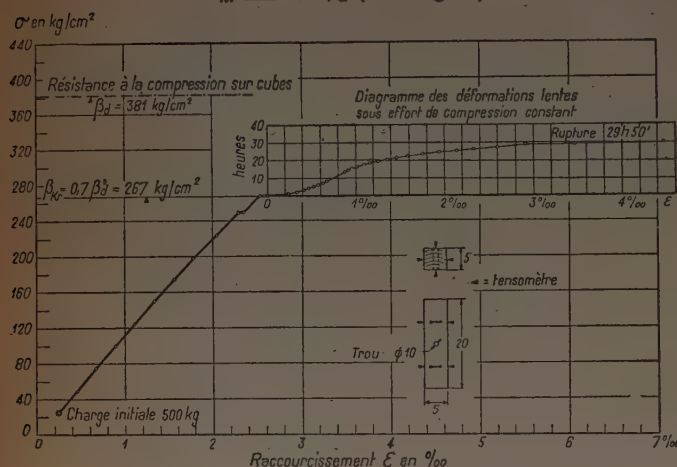


FIG. 9. — Résistance à la compression du bois sous l'action permanente d'un effort constant σ_{kr} (sapin blanc). Diagramme des déformations différées en fonction du temps.

La résistance au glissement par viscosité est la limite de résistance du bois sous l'action de longue durée d'une charge invariable quand le bois se déforme fortement, glisse et enfin se rompt.

Les coefficients de sécurité calculés suivant le rapport $\frac{\text{résistance}}{\text{tension admissible}}$ sont indiqués figures 7 et 8.

Ils varient dans les limites suivantes :

Pour les bâtiments... entre 3,3 et 3,75
Pour les ponts..... entre 4,0 et 4,75

Le coefficient de sécurité calculé par rapport à la déformation critique sous pression latérale (perpendiculairement aux fibres) est fixé à $\cong 2,0$.

Une diminution plus accentuée de ce coefficient n'est pas admissible pour les raisons suivantes :

1° Grande variabilité des qualités du bois — structure, résistance, déformabilité, différences de nature et différences de propriétés physiques.

2° Faible résistance au glissement par viscosité sous compression par rapport à la résistance statique et à la fatigue prolongée : $\sigma_{kr} \cong 0,6\beta_d$.

3° Excentricité d'application de la force provoquée par la déformation et des différences dans la nature de masse du bois.

4° Difficulté de réalisation des détails de construction, particulièrement en ce qui concerne les jonctions.

5° Danger de trop fortes tensions locales, flexions, déformations, allongements.

Les forces de jonction admissibles = A_{adm} en kilogrammes pour un assemblage à goujons annulaires avec double sécurité par rapport à la limite de fluage sont à relever dans la figure 10. Elles sont envisagées en fonction du diamètre de la cheville variant de 8 à 20 cm et de l'angle φ^0 que forme la direction de la force avec celle des fibres variant de 0^0 à 90^0 .

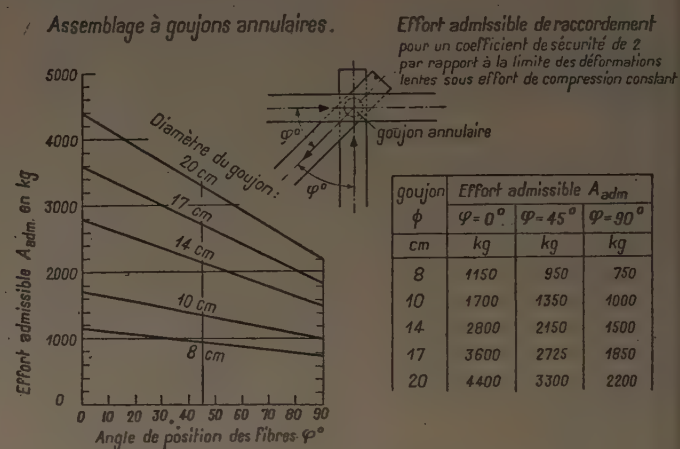


FIG. 10. — Sollicitation admissible d'assemblages à goujons annulaires. Effort admissible de raccordement A_{adm} en kilogramme par goujon. Double sécurité par rapport à la limite des déformations lentes sous effort de compression constant.

Règles pour constructions en bois collé :

La résistance au cisaillement du collage doit être au moins égale à celle du bois, donc $\tau_b \geq 45 \text{ kg/cm}^2$, voir figure 11. Le collage doit être insensible à l'humidité et ne pas être sujet à la dégradation due aux champignons.

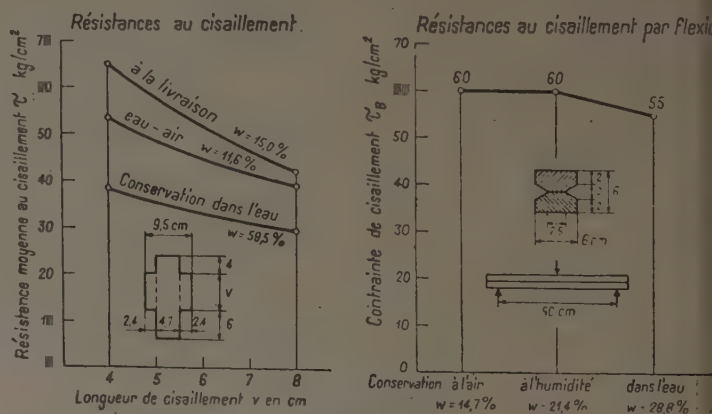


FIG. 11. — Colle à froid « Melocot » de la Ciba. Résistances au cisaillement pur et par flexion.

Le bois collé doit avoir pratiquement la même résistance que le bois d'une seule masse.

Règles pour constructions en bois cloué :

Épaisseur de planches de $d = 30$ à $d = 60$ mm.

Le diamètre des clous δ_{mm} doit être assez grand pour éviter de fendre les planches.

La force admise en kilogrammes par clou au-double cisaillement doit être de cinq à sept fois le diamètre δ_{mm}^2

suivant l'exactitude du calcul statique des forces qui agissent au nœud.

La distance entre les clous doit être prévue de manière que, pour une section de clou, il y ait une surface de contact des planches de soixante-dix à cent fois plus grande.

Toutes les têtes de clous doivent être visibles dans la construction terminée.

Les coefficients de sécurité indiqués plus haut sont valables aussi bien pour les constructions clouées que pour les constructions collées.

III. — BÉTON ET BÉTON ARMÉ

1. Béton non armé (B).

Sur la figure 12 sont représentés :

La résistance des cubes à la compression à 28 j $w\beta_{d28}$.

La résistance des prismes à la compression à 90 j $p\beta_{d90} = 1,15 \cdot 0,92 w\beta_{d28} = 0,92 w\beta_{d28}$.

La compression admissible sur l'axe σ_s .

Les coefficients de sécurité du béton non armé ordinaire et de celui de qualité supérieure, à consistance plastique ordinaire.

Les dosages varient de 150 à 350 kg/m³.

L'âge est de 90 j.

Tension maximum à la fibre extrême $= \sigma_r \approx 1,5 \sigma_s$.

Les coefficients de sécurité calculés sont :

	BÉTON ORDINAIRE ou normal
En moyenne	$\approx 6,5-6$
	TOLÉRANCE 25 %
Minimum	$\approx 5-4,5$
	BÉTON SUPÉRIEUR ou à haute résistance
En moyenne	≈ 6
	TOLÉRANCE 20 %
Minimum	≈ 5

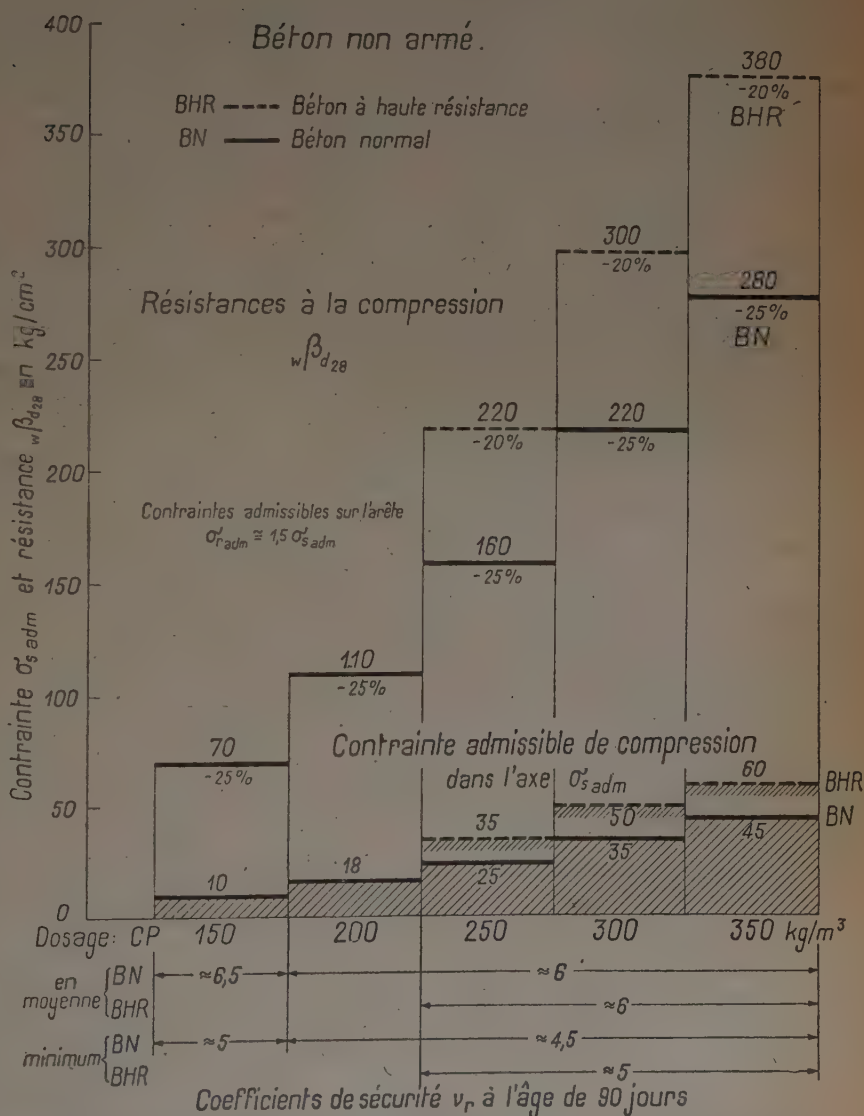


FIG. 12. — Béton non armé. Résistances à la compression. Contraintes admissibles. Coefficients de sécurité ν_r .

2. Béton armé.

a) Béton.

 VALEURS MOYENNES DES RÉSISTANCES ^(*) DES BÉTONS

(consistance plastique ordinaire, conservation à l'air humide) (fig. 13)

	DOSAGE EN CIMENT kg/m ³ C. P.	RÉSISTANCE A LA COMPRESSION kg/cm ² âge 28 j		RÉSISTANCE à la flexion β_b kg/cm ²	TOLÉRANCE
		Cube $w\beta_d$	Prisme $p\beta_d$		
Béton ordinaire	300 et 250 C. P. ordinaire	220	175	30-40	— 25 %
Béton supérieur	300 et 250 C. P. ordinaire et C. P. supérieur	300	240	40-50	— 20 %
Béton supérieur vibré	400 C. P. supérieur	400-500	320-400	50-60	— 15 %
Béton précontraint vibré	500 C. P. supérieur	600	480	65-70	— 10 %

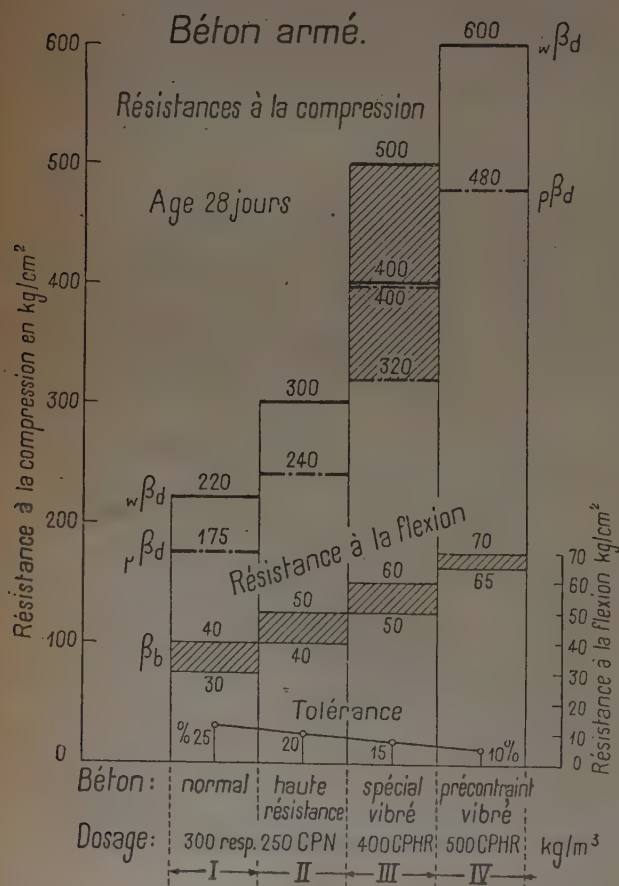
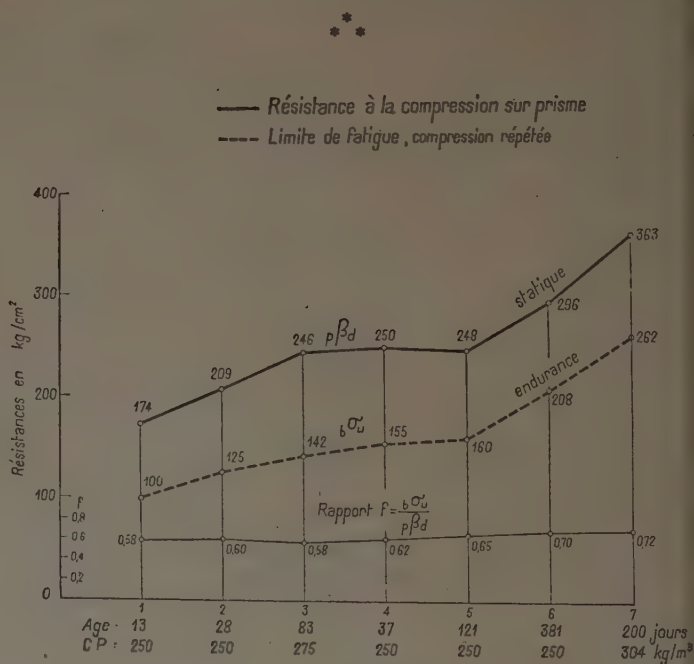


FIG. 13. — Béton armé. Résistances à la compression et à la flexion du béton. Tolérances.

La limite de fatigue par compression répétée σ_u du béton est 0,5 à 0,7 fois la résistance des prismes à la compression $p\beta_d$, voir figure 14.

La résistance aux efforts de compression de longue durée ou limite de flugge σ_{kr} est très grande; aux environs de $\sim 0,85$ à 0,9 fois la résistance des prismes $p\beta_d$.


 FIG. 14. — Limites de fatigue: Résistances à la compression répétée σ_u du béton (supportée un million de fois).

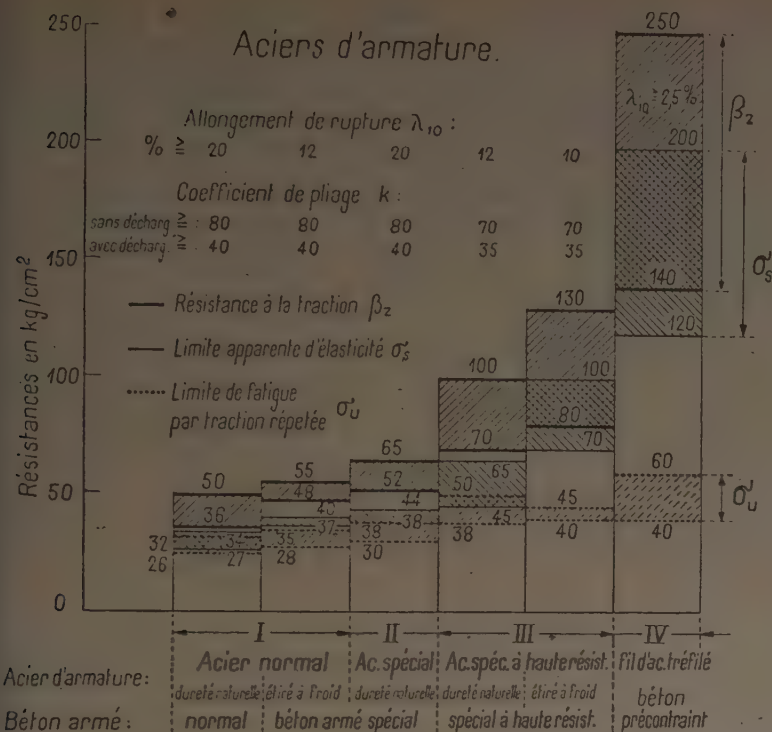


FIG. 15. — Béton armé. Aciers d'armature. Caractéristiques mécaniques de résistance et de déformation.

b) Acier des armatures.

On peut distribuer les aciers d'armatures en quatre groupes caractérisés par les étapes des progrès du béton armé (voir le tableau ci-dessous et figure 15).

Sont valables :

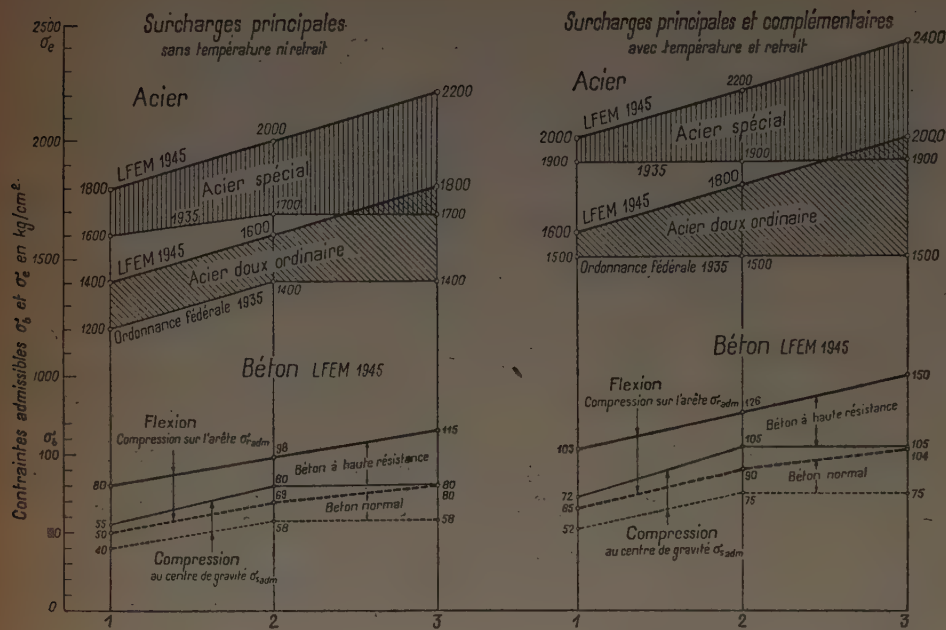
- Pour le béton armé ordinaire (groupe I) les instructions de SIA (Société Suisse des Ingénieurs et Architectes) 1935, n° 112.
- Pour le béton armé supérieur (groupes I et II) les suppléments aux instructions SIA de novembre 1942.
- Pour le béton précontraint (groupe IV) les Instructions du Laboratoire 1943.

Les aciers du groupe III sont actuellement à l'étude.

c) Béton armé (?).

Tenant compte de l'amélioration de la qualité du ciment, du béton et de l'acier, le laboratoire a, dès 1941, augmenté les tensions admissibles,

		RÉSISTANCE à la traction β_z	LIMITE de ductilité σ_s	LIMITE de fatigue traction répétée σ_u kg/mm ² pour 10 ⁶ pulsations supportées	ALLONGEMENT de rupture λ_{10} %	COEFFICIENT K	
						pliage sans décharge	pliage avec décharge
Groupe I							
Acier ordinaire d'armatures, pour béton ordinaire.....	dureté d'origine	36-50	27-34	26-32	≥ 20	≥ 80	≥ 40
Pour béton supérieur	étiré à froid	48-55	37-40	28-35	≥ 12	≥ 80	≥ 40
Groupe II							
Acier supérieur d'armatures pour béton supérieur.....	dureté d'origine	52-65	38-44	30-38	≥ 20	≥ 80	≥ 40
Groupe III							
Acier spécial d'armatures pour béton spécial.....	dureté d'origine	70-100	45-65	38-50	≥ 12	≥ 70	≥ 35
	étiré à froid	80-130	70-100	40-45	≥ 10	≥ 70	≥ 35
Groupe IV							
Fils d'acier breveté pour béton précontraint		140-250	120-200	40-60	$\geq 2,5$	—	—



de sorte que la résistance supérieure est utilisée suivant les progrès techniques et pour faire une économie. Le laboratoire se réfère pour cela à des études systématiques poursuivies de 1926 à 1942 sur cent cinquante poutres armées rectangulaires et en T, ainsi que sur soixante poteaux en béton armé.

Les augmentations étaient : pour le travail du béton 15 % en compression, flexion et flambage; pour le travail de l'acier 15 à 30 % (voir fig. 16 et 17).

Les coefficients de sécurité calculés v_r pour les poutres soumises à la flexion statique et à la fatigue par flexion répétée, ainsi que pour les poteaux soumis au flambement sont donnés par l'expression suivante :

FIG. 16. — Essais de béton armé LFEM 1935-1942. Poutres fléchies. Contraintes admissibles. Aciers d'armature. Béton à haute résistance. Charges principales, sans l'effet du retrait et de la température. Toutes influences, avec retrait et température. EMPA-SIA 1942.

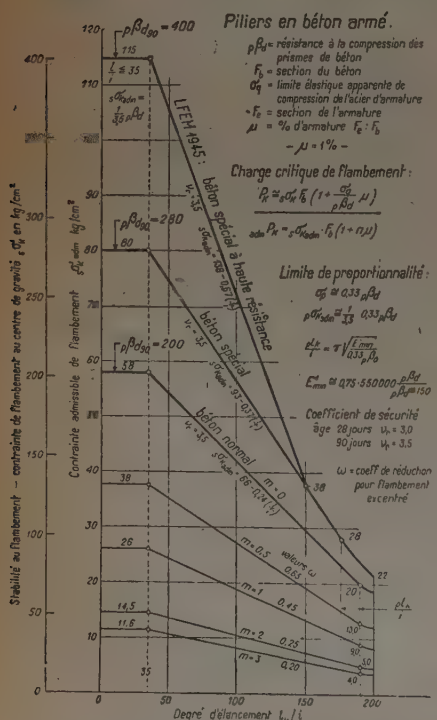


FIG. 17. — Poteaux en béton armé. Stabilité au flambement. Flambement centré et excentré. Coefficients de sécurité v_r .

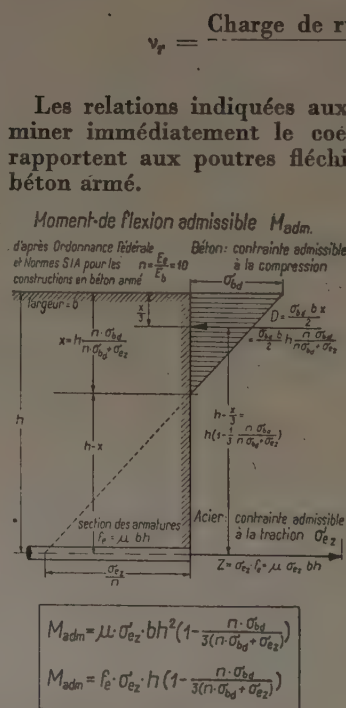


FIG. 18. — Moment fléchissant admissible. M_{adm} -Calcul.

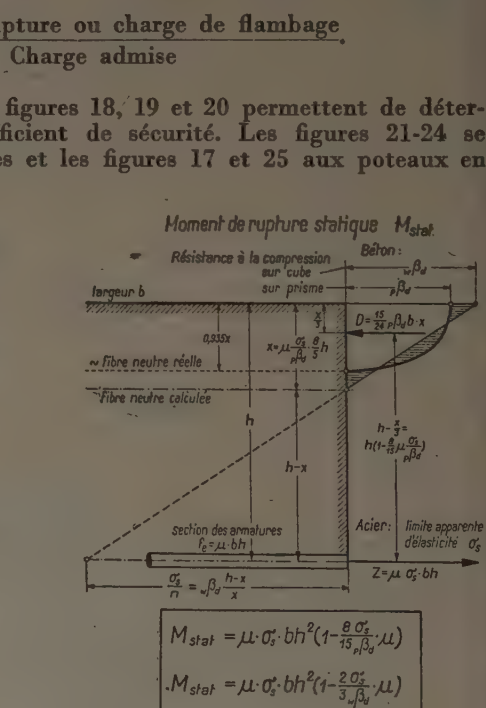


FIG. 19. — Moment de rupture statique. M_{stat} -Calcul.

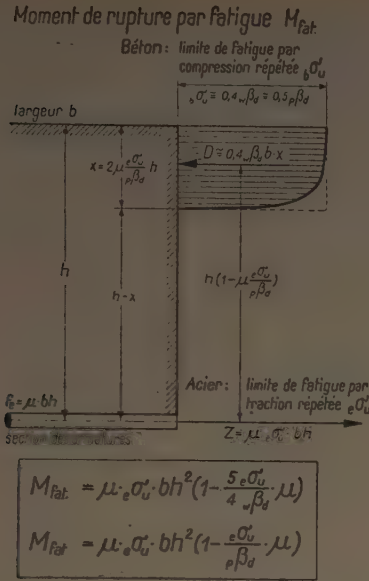


FIG. 20. — Moment de rupture par fatigue. Flexion répétée. M_{fat} -Calcul.

La concordance pratique entre les moments de rupture statique et dynamique calculés et les constatations faites aux essais est bien évidente dans les figures 26 et 27. Les formules théoriques des figures 19 et 20 peuvent être considérées comme confirmées. Dans les figures 21 à 24 est représentée graphiquement la variation du moment fléchissant sous forme du rapport $\frac{M_{adm.}}{b \cdot h^2 \cdot w_{\beta d}}$ pour le moment admissible et du rapport $\frac{M_{rupt.}}{b \cdot h^2 \cdot w_{\beta d}}$ pour le moment de rupture statique ou par fatigue, ainsi que pour le coefficient de sécurité ν_r .

Cette représentation a lieu en fonction d'un coefficient technologique de la poutre fléchie :

$$C = \mu \frac{\sigma_s}{w_{\beta d}}$$

où :

μ est le pourcentage de l'armature;
 σ_s limite de ductilité de l'acier des armatures;
 $w_{\beta d}$ résistance à la rupture par compression du béton (cubes).

Les coefficients statiques de sécurité ν_r à la rupture par flexion statique varient de 1,9 à 3,5 pour les charges principales et de 1,7 à 2,9 pour toutes les actions totalisées : charge principale, température et retrait. (Voir fig. 21 et 22.)

Pour la fatigue due à la flexion répétée, le coefficient de sécurité calculé ν_r est :

pour les charges principales, 1,7 jusqu'à 2,4
 pour toutes les actions, 1,5 jusqu'à 1,9.
 (Voir fig. 23 et 24.)

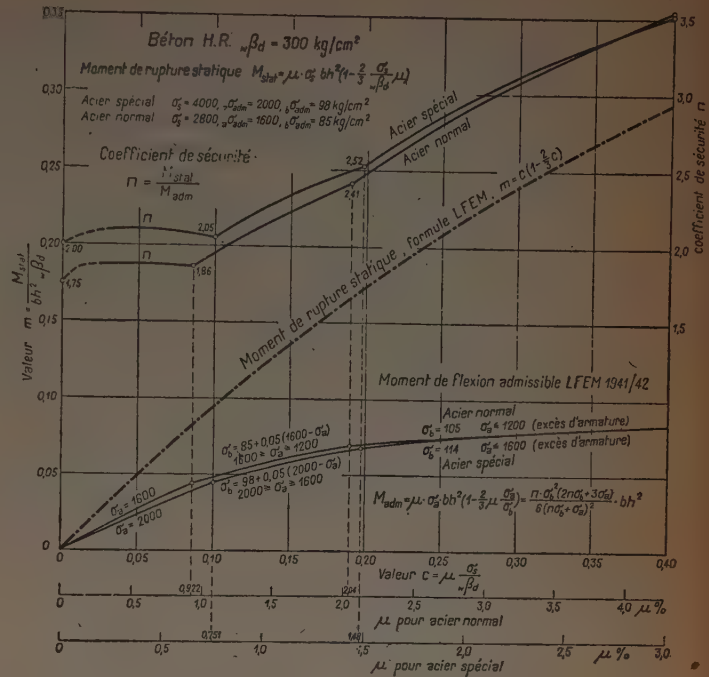


FIG. 21. — Béton armé. Flexion statique. Poutres et dalles de section rectangulaire de plus de 12 cm d'épaisseur d et de largeur $b \geq 3d$. Charges principales. Acier d'armature normal et spécial. Béton à haute résistance. Moment de rupture théorique, moment fléchissant admissible et coefficient de sécurité théorique $\nu_r = n$ pour pourcentages d'armature μ jusqu'à ~ 4 resp. 3 %.

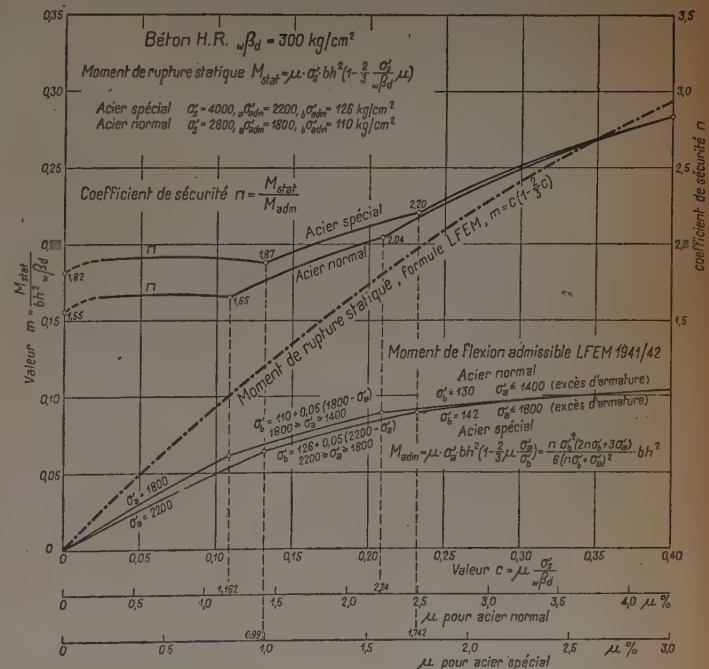


FIG. 22. — Béton armé. Flexion statique. Poutres et dalles de section rectangulaire de plus de 12 cm d'épaisseur d et de largeur $b \geq 3d$. Charges principales et complémentaires. Acier d'armature normal et spécial. Béton à haute résistance. Moment de rupture théorique, moment fléchissant admissible et coefficient de sécurité théorique $\nu_r = n$ pour pourcentages d'armature μ jusqu'à ~ 4 resp. 3 %.

Le béton armé de qualité supérieure (armature et béton de qualités supérieures) a, contre la rupture statique, des coefficients de sécurité supérieurs à ceux du béton armé

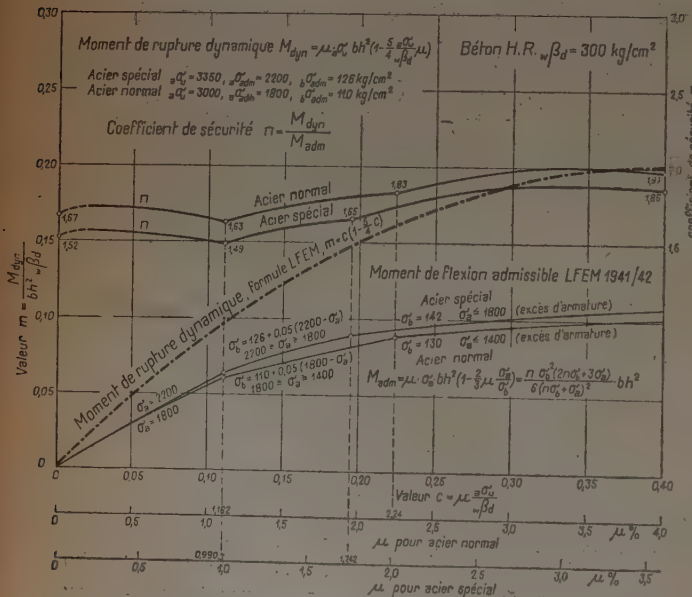
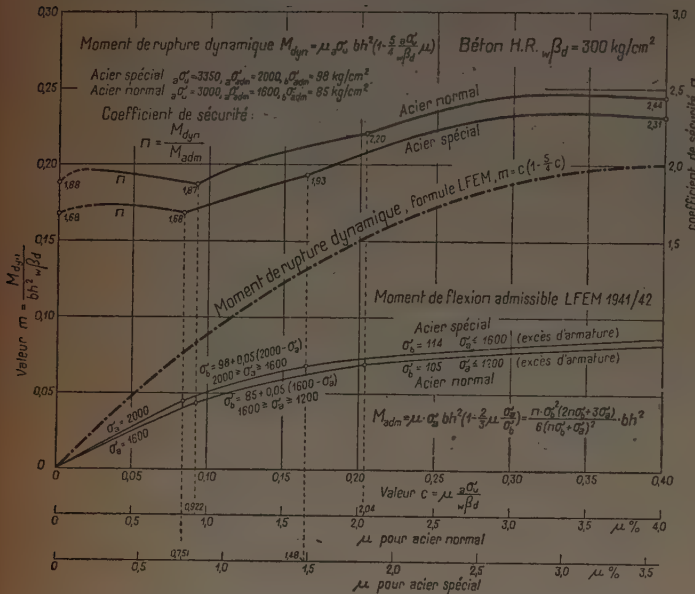


Fig. 24. — Béton armé. Fatigue par flexion répétée. Pontures et dalles de section rectangulaire de plus de 12 cm d'épaisseur d et de largeur $b \geq 3d$. Charges principales et complémentaires. Acier d'armature normal et spécial. Béton à haute résistance. Moment de rupture théorique, moment fléchissant admissible et coefficient de sécurité théorique $\nu_r = n$ pour pourcentages d'armature μ jusqu'à ~ 4 resp. $3,5 \%$

ordinaire (armature et béton ordinaires ou béton supérieur), (fig. 21-22), et cela jusqu'au grand pourcentage d'armature : $\mu = 3$ à 4% . Pour la rupture par fatigue (flexion répétée) les relations sont renversées (fig. 23-24).

Piliers en béton armé à armature longitudinale.

Charge critique de flambement $P_R = \sigma_K F_b (1 + \frac{\sigma_K}{\rho R_d} \mu)$
($\frac{1}{\rho} \approx 70$)

Piliers en béton armé frettés et à armature longitudinale.

Charge de rupture $P_{rupt} = \sigma_K (\rho R_d + 2\mu \sigma_s) (1 + \frac{\sigma_K}{\rho R_d} \mu)$
($\frac{1}{\rho} \approx 35$)

Charge critique de flamb. $P_R = \sigma_K (\rho R_d + \frac{\sigma_K}{\rho R_d} F_b + 2\mu \sigma_s F_b \frac{70}{35})$
 $35 \approx (\frac{1}{\rho}) \approx 70$

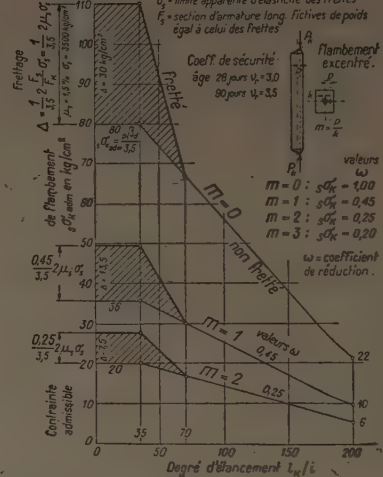


Fig. 25. — Colonnes en béton armé frettées. Contraintes admissibles de flambement. Flambement centré et excentré. Coefficients de sécurité ν_r .

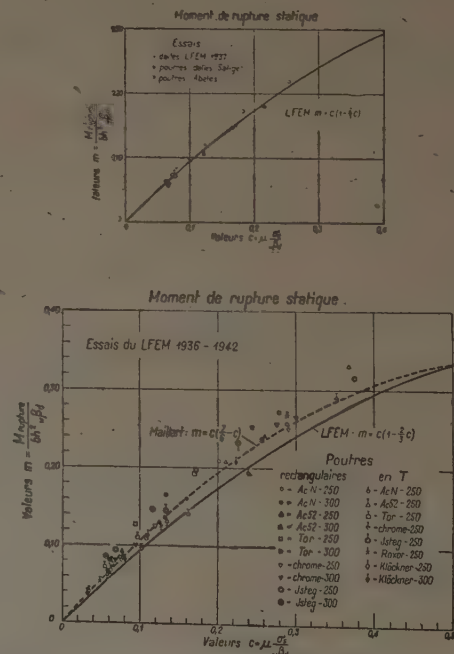


Fig. 26. — Béton armé. Poutres rectangulaires et en T. Moments de rupture statiques. Valeurs théoriques et réelles.

Les poutres très armées ont un coefficient de sécurité supérieur contre la rupture statique ou dynamique, figures 21 à 24. Cette différence est accentuée pour la sécurité statique (fig. 21 et 22). Les coefficients de sécurité réels d'après les essais sont supérieurs de 15 à 20 % aux coefficients de calcul.

Les coefficients de sécurité des poteaux en béton armé ($\mu \geq 1\%$) ainsi que des poteaux frettés au flambage à 90 j, sous une charge centrée ou excentrée ont été fixés à $\nu_r \cong 3,5$ (fig. 17 et 25).

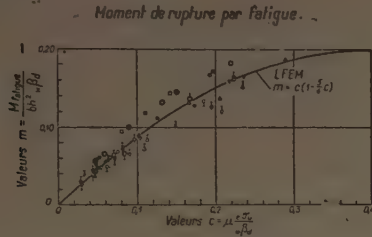


FIG. 27. — Béton armé. Poutres rectangulaires et en T. Moments de rupture par fatigue (flexion répétée). Valeurs théoriques et réelles. Pour les signes, voir légende figure 26.

3. Béton précontraint (8).

La résistance du béton et du béton armé à la compression, traction, flexion, cisaillement, flambage, fatigue par compression ou flexion répétées, la déformation élastique ou plastique, le retrait, la résistance à la gelée et

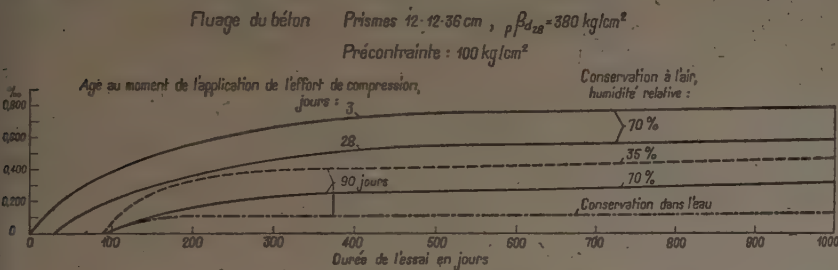


FIG. 28. — Fluage du béton, $p\beta d_{28} = 380 \text{ kg/cm}^2$. Précompression spécifique 100 kg/cm^2 . Influence de l'âge, du mode de conservation (humidité) et du temps.

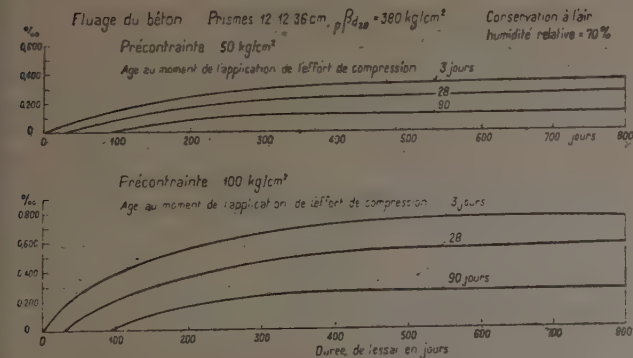


FIG. 29. — Fluage du béton, $p\beta d_{28} \cong 380 \text{ kg/cm}^2$. Précompression spécifique 50 et 100 kg/cm^2 . Influence de l'intensité de la précompression, de l'âge et du temps. Humidité relative $\cong 70\%$.

aux intempéries, la résistance aux actions chimiques ont été suffisamment étudiés. Mais la question du fluage du béton au cours du temps sous effort de compression constant reste encore à étudier. C'est une déformation de longue durée dont le caractère et l'ordre de grandeur sont reconnus et formulés, mais dont les particularités ne le sont pas encore.

Il a été constaté que le fluage est :

- moindre dans un béton de haute résistance;
- moindre dans un vieux béton;
- nul dans un béton complètement durci;
- augmenté si la compression augmente;
- diminué si l'humidité augmente.

(Voir fig. 28 et 29.)

Le retrait peut être considéré comme un fluage sous une compression nulle. Si le béton est conservé à l'air le fluage représente seulement la différence entre la déformation totale et le retrait.

La résistance à la compression permanente ou limite du fluage σ_{br} du béton à 28 j et plus, varie entre 0,85 et 0,9 de la résistance statique du prisme : $\sigma_{br} = 0,85, 0,9 p\beta d$.

Le béton armé ordinaire est un matériau donnant des fissures; le béton précontraint est sans fissures. Dans toute construction en béton précontraint le béton doit être précontraint de telle sorte que les tractions dues au poids propre et à la surcharge utile ne puissent jamais dépasser la compression finale, ceci sans tenir compte de la résistance propre du béton à la traction par flexion.

L'état définitif ne se réalise qu'après un certain nombre d'années. Le retrait et le fluage du béton diminuent la prétension dans les fils d'acier aussitôt après la suppression de l'action extérieure. La valeur moyenne de la compression élastique, du retrait et du fluage jusqu'à l'âge de dix ans (pratiquement jusqu'à l'arrêt de leurs manifestations pour une précontrainte du béton à 100 et

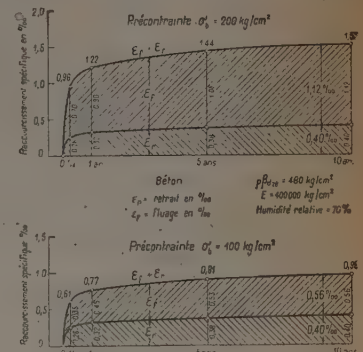


FIG. 30 et 31. — Fluage, retrait et raccourcissement élastique du béton

$$p\beta d_{28} \geq 480 \text{ kg/cm}^2, \\ E \cong 400\,000 \text{ kg/cm}^2.$$

Précompression spécifique $\sigma_b = 200 \text{ kg/cm}^2$ et 100 kg/cm^2 , humidité relative de l'air $\cong 70\%$. Age du béton au moment de la mise en compression 14 j = point 0 sur l'axe du temps.

200 kg/cm^2) se trouve figures 30 et 31. La zone de compression doit être armée également et, s'il le faut, doit aussi être précontrainte de manière à éviter l'apparition de traction dans cette zone même.

Pour les poutres flechées le Laboratoire a donné les instructions suivantes :

a) Traction préalable sur les fils d'acier (fig. 32) :

- Résistance à la traction $e\beta_s = 140-250 \text{ kg/mm}^2$, tolérance pour la qualité choisie $\pm 10 \%$.
- Limite de ductilité — 2 ‰ $e\sigma_s = 120-200 \text{ kg/mm}^2$, tolérance pour la qualité choisie $\pm 10 \%$ $\cong 0,8\beta_s$.
- Prétension $e\sigma_y = 105-155 \text{ kg/mm}^2 \cong 0,7\beta_s \cong 0,875\sigma_s$.
- Prétension effective $e\sigma_{\text{eff.}} = 75-110 \text{ kg/mm}^2$.

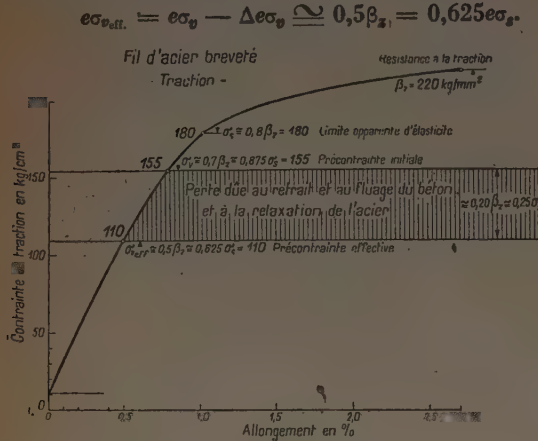


FIG. 32. — Béton précontraint. Fil d'acier trefilé breveté. $\beta_s = 220 \text{ kg/mm}^2$. Diamètre 1,75 à 2,5 mm. Diagramme des allongements en fonction de la contrainte de traction. Précontrainte initiale et précontrainte effective.

La perte $\frac{\Delta e\sigma_y}{E}$ à la suite de la compression élastique, du retrait, du fluage jusqu'à l'état pratiquement stationnaire est : 2-1,50 ‰ (fig. 30 et 31); ceci correspond à une diminution de la prétension

$$\Delta\sigma_y = 27 - 30 (1,5 \text{ ‰}) \text{ et } 36 - 40 \text{ kg/mm}^2 (2,0 \text{ ‰}).$$

A ces pertes s'ajoute encore celle due à la relaxation de l'acier qui est à l'étude mais dont l'importance est moindre pour autant qu'il s'agisse de précontraintes des fils d'acier conformes aux instructions.

Module d'élasticité $E = 18\,000-20\,000 \text{ kg/mm}^2$;

Taux de traction admissible $e\sigma_{\text{adm.}} = 0,55-0,60 e\beta_s$;

Tension totale = prétension effective + tension provoquée par la charge totale (poids propre + surcharge).

$$\sigma_e = n \cdot \sigma_B \quad n = \frac{Ee}{Eb}$$

b) Précontrainte du béton (fig. 33).

- la résistance des prismes de béton à la compression doit être à l'âge de 28 j :

$$p\beta_d \cong 0,8, w\beta_d \geq 480 \text{ kg/cm}^2 (w\beta_d \geq 600 \text{ kg/cm}^2).$$

- la plus forte précontrainte admissible aussitôt après le relâchement de l'action extérieure :

$$b\sigma_y \cong 0,4 p\beta_d = 200 \text{ kg/cm}^2.$$

- la plus forte précontrainte réelle après raccourcissement total du béton de 2 ‰ :

$$b\sigma_{\text{eff.}} \geq 140 \text{ kg/cm}^2 \cong 0,7b\sigma_y = 0,28p\beta_d.$$

- la perte due à la compression élastique, au raccourcissement dû au retrait et au fluage se monte à $\sim 30 \text{ ‰} = 0,12p\beta_d$.
- la traction de flexion calculée admissible ne doit pas dépasser la précontrainte réelle, c'est-à-dire tout au plus $\cong 0,28 p\beta_d$ (fig. 33).

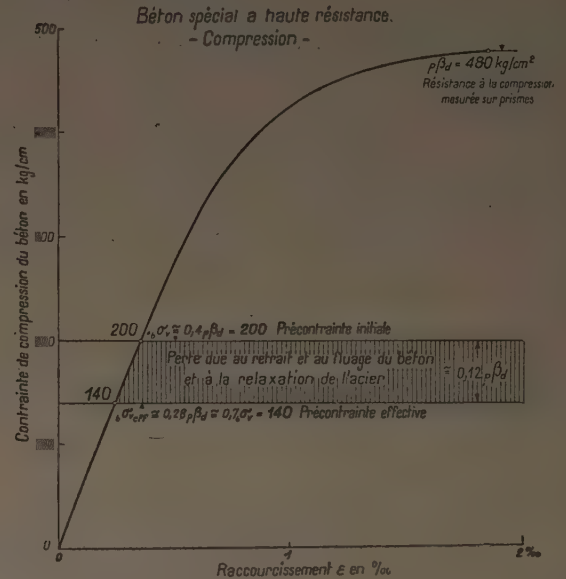


FIG. 33. — Béton précontraint. Béton spécial à haute résistance. $p\beta_d \geq 480 \text{ kg/cm}^2$ ($w\beta_d \geq 600 \text{ kg/cm}^2$). Diagramme des raccourcissements en fonction de la compression spécifique du béton. Précontrainte initiale et précontrainte effective.

c) Effort dans le béton dû au cisaillement.

La plus grande tension principale $b\sigma_2$ oblique à la fibre neutre, due à l'action simultanée, 1° de la précontrainte

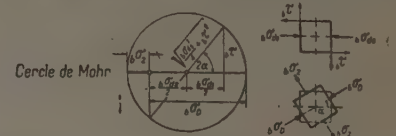
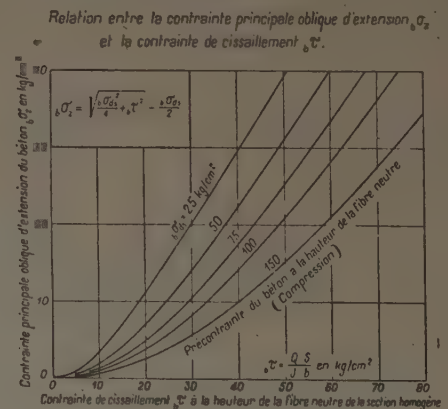


FIG. 34. — Béton précontraint. Relation entre la contrainte principale oblique d'extension $b\sigma_2$ et la contrainte de cisaillement $b\tau$ à la hauteur de la fibre neutre.

réelle du béton, $b\sigma_{\text{eff}}$ désignée par $b\sigma_{ds}$ et 2° de la tension de cisaillement $\tau_b = \frac{QS}{Ib}$ due au poids propre et à la charge utile, déterminée graphiquement d'après MOHR (fig. 34) ne doit pas dépasser $b\sigma_z \cong 6 \text{ kg/cm}^2$.

La deuxième condition qui exige que la deuxième compression principale $b\sigma_D = b\sigma_{ds} + b\sigma_z$ ne dépasse jamais $b\sigma_{\text{eff}} = b\sigma_{\text{adm}} = 0,28 p\beta_d$, est toujours remplie.

d) Tension d'adhérence du fil d'acier prétendu.

Pour les fils ronds lisses, débarrassés de graisse, mais sans traitement spécial de la surface, d'un diamètre $d_{\text{max}} = 2 \text{ mm}$, la résistance à l'adhérence est assurée si la qualité du béton correspond aux instructions. Pour les diamètres plus grands, l'adhérence suffisante doit être prouvée par des essais.

e) Moment fléchissant admissible.

Le moment fléchissant admissible M_{adm} ne doit pas dépasser la valeur de $b\sigma_{\text{eff}} \cdot W = b\sigma_{\text{adm}} \cdot W$, c'est-à-dire ne doit pas dépasser $0,28 p\beta_d \cdot W$.

f) Sécurité contre la formation de fissures et contre la rupture.

La sécurité v_r par rapport à la charge provoquant les fissures doit être $\geq 1,5$.

$$v_r = \frac{\text{Tension de fissuration}}{\text{Tension admissible}} =$$

$$= \frac{\text{Précontr. réelle} + \text{Résist. du béton à la tract. par flex.}}{\text{Tension admissible}}$$

$$= \frac{(0,28 + 0,13) p\beta_d}{0,28 p\beta_d} \cong 1,5.$$

De plus, après la formation des fissures, la sécurité contre la rupture doit être assurée et calculée avec l'expression :

$$v_r = \frac{\text{Moment de rupture}}{\text{Moment admissible}} = \frac{M_{\text{rupt.}}}{M_{\text{adm.}}} \cong 2,5.$$

Tout à fait approximativement on a :

$$M_{\text{rupt.}} = \mu_z \cdot b \cdot h^2 e\beta_z \left(1 - \frac{8}{15} \cdot \frac{e\beta_z}{p\beta_d} \mu_z \right),$$

et :

$$M_{\text{adm. max.}} = 0,28 p\beta_d \cdot W$$

$e\beta_z$ = résistance à la traction du fil d'acier;

μ_z = pourcentage d'armature dans la zone tendue = $\frac{Fe_z}{b \cdot h}$;

Fe_z = section des armatures dans la zone tendue ;

h = hauteur active de la section de la poutre ;

b = largeur de la section de la poutre (zone comprimée) ;

$p\beta_d$ = résistance à la compression des prismes de béton.

Le coefficient de sécurité à la rupture par fatigue (flexion répétée) est 1,5, puisque le moment de rupture élevé, ils ne sont pas motivés techniquement, et ne sont pas économiques.

IV. — ACIER COULÉ

Les coefficients de sécurité de l'acier coulé de haute qualité (avec alliages) ou ordinaires (sans alliages), qui ont les qualités de résistance indiquées par le diagramme de la figure 35, peuvent être :

- pour la rupture $v_r \geq 3,3$;
- pour la ductilité $v_r \geq 2,0$;
- pour la fatigue $v_r \geq 1,7$;
- pour flambage $v_r \geq 3$.

Les conditions préalables pour l'application des coefficients ci-dessus sont :

- fabrication convenable, disposition convenable de masselottes-éprouvettes de dimensions suffisantes, coulage debout, double recuit avec revenu (*).
- étude approfondie au point de vue matière et résistance : structure, résistance statique et dynamique, déformations statiques et dynamiques ;
- étude aussi exacte que possible de l'état de tension et de déformation — étude photoélasticimétrique sur modèles, mesures des tensions sur le corps de l'acier coulé.

Pour l'acier bien coulé et ayant subi un traitement thermique convenable, les coefficients de sécurité usuels à la rupture statique de $v_r \cong 5$ — 6 sont inutilement élevés, ils ne sont pas motivés techniquement, et ne sont pas économiques.

Il est prouvé, par exemple, que les réservoirs de haute pression forgés sans joints peuvent être remplacés par des réservoirs en acier coulé. Les coefficients de sécurité fixés ci-dessus peuvent être maintenus si le travail est bien exécuté et si la forme correspond aux exigences statiques et de fonderie (fig. 36 et 37).

Les valeurs résultant des essais de résistance au flambage sous charges centrées et excentrées de l'acier coulé sont comparées aux valeurs des courbes de tensions au centre de gravité de l'acier de construction ordinaire Ac. N. sur la figure 38. Les caractéristiques de l'acier coulé sont : — $\beta_z \cong 50 \text{ kg/mm}^2$; $\sigma_f \cong 28 \text{ kg/mm}^2$; $\sigma_p \cong 20 \text{ kg/mm}^2$; celles de l'acier de construction (Ac. N.) : — $\beta_z \cong 42 \text{ kg/mm}^2$; $\sigma_f \cong 27 \text{ kg/mm}^2$; $\sigma_p \cong 19 \text{ kg/mm}^2$. Leurs diagrammes de compression-refoulement sont tout à fait semblables (voir fig. 50 b).

Acier coulé.

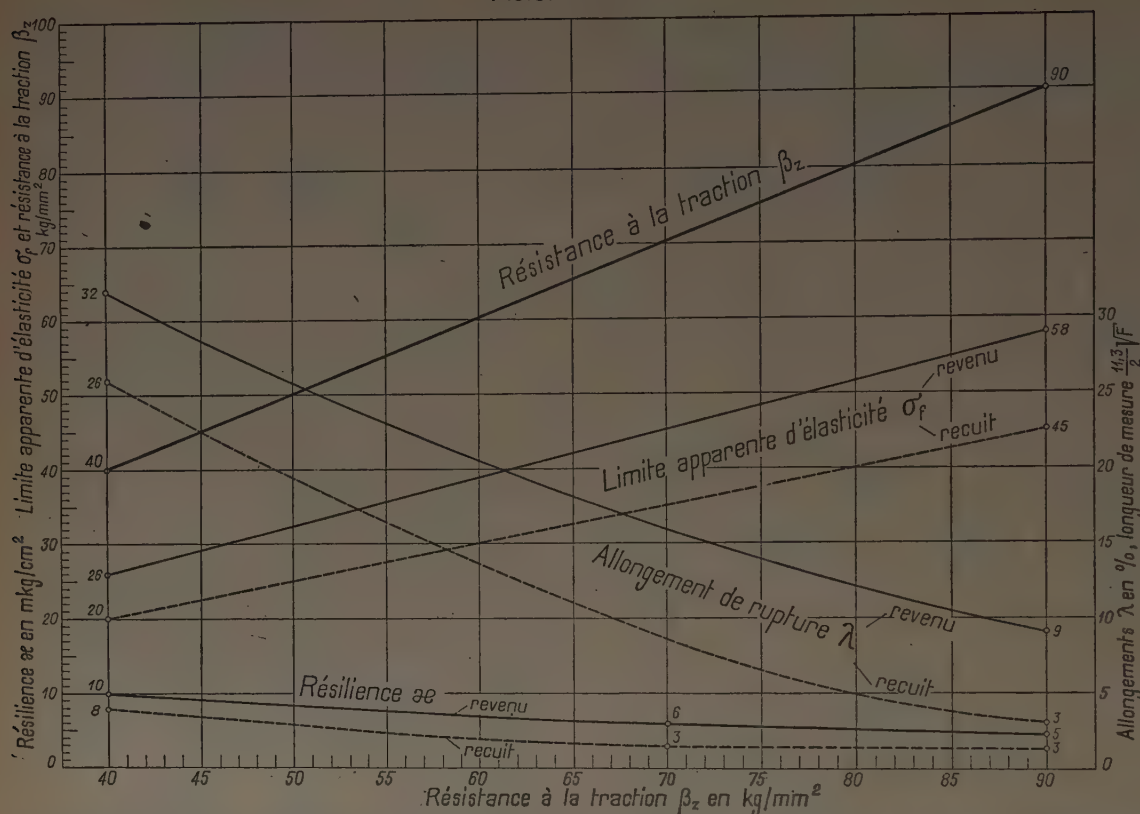


FIG. 35. — Acier coulé. Résistance à la traction, limite apparente d'élasticité, allongement de rupture et résilience. Les types d'acier coulé à haute résistance, avec alliages, — $\beta_z \geq 70 \text{ kg/mm}^2$ — ont des chiffres de résilience plus élevés.

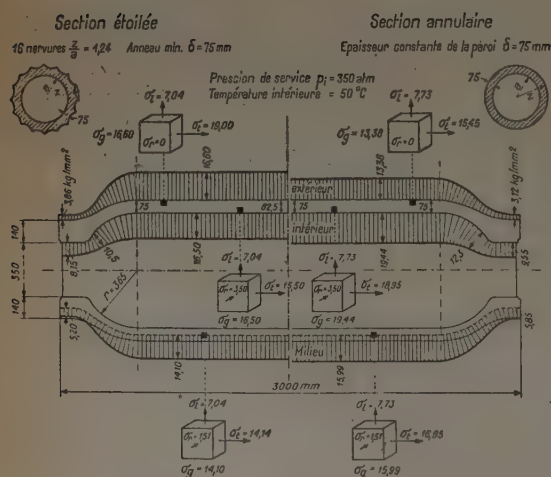


FIG. 37. — Récipient à méthane en acier coulé, type SULZER. État de sollicitation. Comparaison entre la section étoilée, type SULZER, et la section annulaire à paroi d'épaisseur constante. Coefficients de sécurité :

par rapport à l'éclatement sous pression intérieure	~ 3,3
à l'écoulement (limite app. d'élasticité)	~ 2,0
à la fatigue (efforts répétés)	~ 1,7

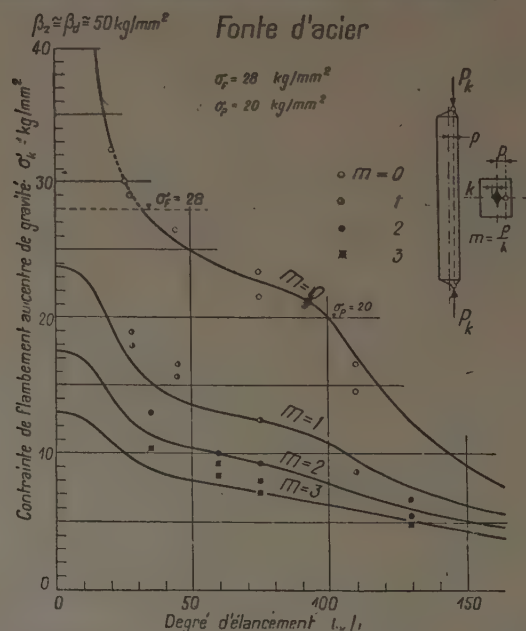


FIG. 38. — Acier coulé. $\beta_z = 50 \text{ kg/mm}^2$. Stabilité au flambement. Effort centré, $m = 0$ et excentré $m = 1, 2$ et 3 . Courbes des contraintes critiques de flambage pour l'acier de construction normal « Ac. N » : $\beta_z \approx 42 \text{ kg/mm}^2$, $\sigma_f \approx 27 \text{ kg/mm}^2$, $\sigma_p \approx 19 \text{ kg/mm}^2$ (voir fig. 50 b).

V. — FONTE

Les propriétés de résistance de la fonte n'ayant pas subi de traitement thermique, employée comme fonte de qualité ordinaire, spéciale ou supérieure dans la construction des machines sont représentées au diagramme de la figure 39 et sont :

- résistance à la traction β_z ;
- résistance à la compression β_d ;
- résistance à la flexion β_b ;
- résistance à la flexion par choc α (éprouvettes non entaillées) et module d'élasticité E.

La limite de fatigue par traction répétée σ_u est 0,4 à 0,6 en moyenne $\cong 0,5$ de la résistance statique à la traction β_z .

Les conditions de rupture sous des efforts bi ou triaxiaux, pour la fonte de qualité supérieure ($\beta_z = 22$ à 25 kg/mm^2), sont représentées sur la figure 40 suivant la méthode de MOHR. Les enveloppes des états limites pour la rupture, ainsi que pour les efforts admissibles (avec coefficient de sécurité $\nu_r \cong 4$) pour la fonte de haute

qualité ($\beta_z \cong 26 \text{ kg/mm}^2$) sont représentées figure 41.

La figure 42 montre les courbes de la stabilité au flambage (tension au centre de gravité) pour fonte de qualité supérieure ($\beta_d \cong 90 \text{ kg/mm}^2$) avec charge centrée et excentrée ($m = 0,1$ et 3). La figure 43 représente les tensions admissibles de flambage au centre de gravité pour la fonte ordinaire ($\beta_d \cong 70 \text{ kg/mm}^2$) et pour la fonte de qualité supérieure ($\beta_d \cong 90 \text{ kg/mm}^2$) en fonction de l'élanement $\left(\frac{l}{i}\right)$.

Les coefficients de sécurité à retenir sont :

Contre rupture statique	$\nu_r \cong 4-5$
Contre fatigue	$\nu_r \cong 2-2,5$
Contre flambage	$\nu_r \cong 4-5$

Ces coefficients de sécurité ont été déterminés en se basant sur la résistance d'éprouvettes de 50 mm de diamètre coulées spécialement (fig. 44).

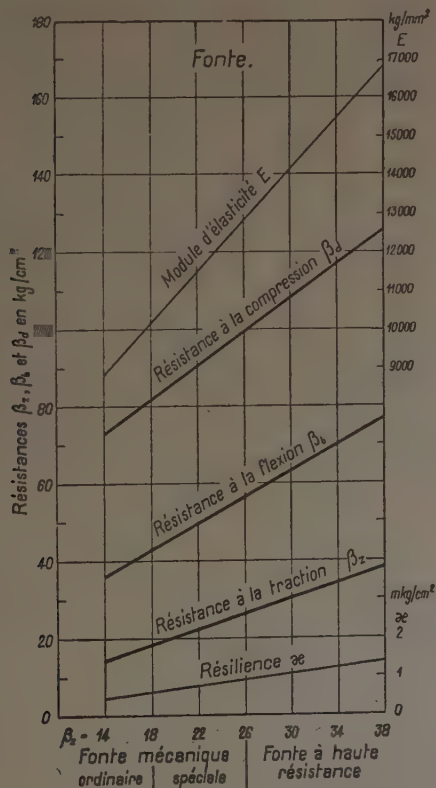


FIG. 39. — Fonte. Fonte ordinaire $\beta_z \cong 14-18 \text{ kg/mm}^2$. Fonte spéciale à machines $\beta_z \cong 18-26 \text{ kg/mm}^2$. Fonte à haute résistance $\beta_z \cong 26-38 \text{ kg/mm}^2$. Résistances à la traction, compression, flexion, flexion par choc. Module d'élasticité. Les résistances se rapportent à des éprouvettes rondes de 30 mm de diamètre coulées séparément.

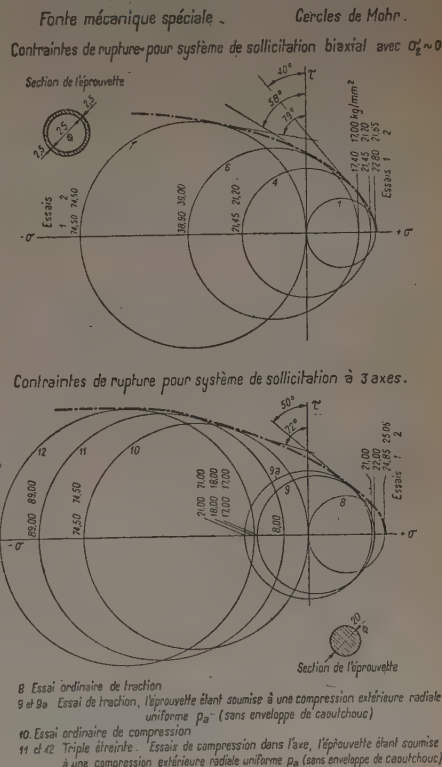


FIG. 40. — Fonte. Fonte spéciale β_z à machines $\cong 22-25 \text{ kg/mm}^2$. États de rupture pour systèmes de sollicitation bi ou triaxiaux selon la représentation de MOHR.

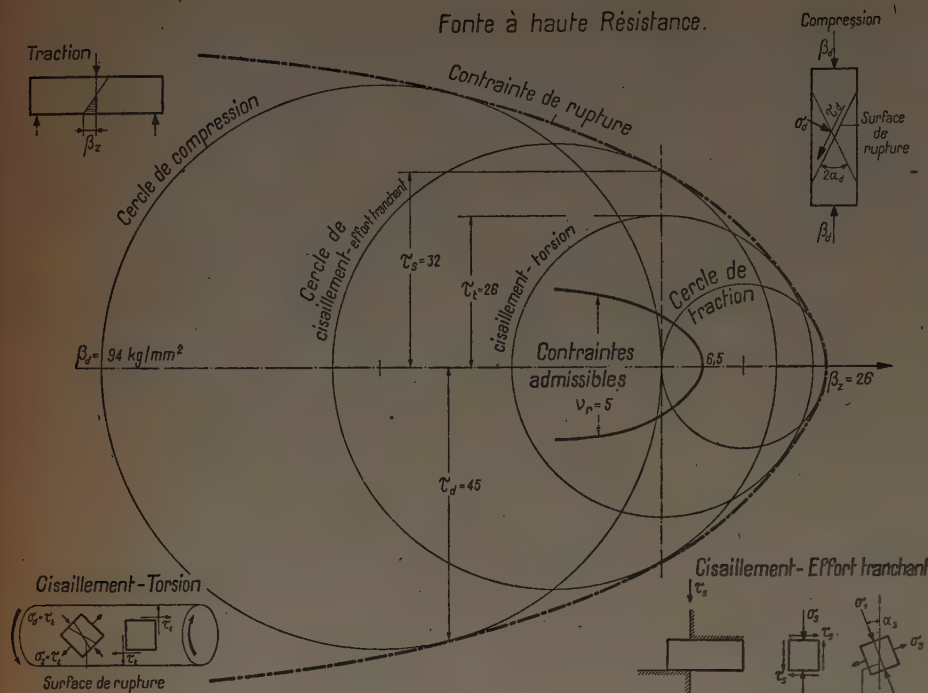


FIG. 41. — Fonte. Fonte à haute résistance $\beta_z \approx 26 \text{ kg/mm}^2$. Enveloppe de MOHR pour les systèmes de sollicitation biaxiaux dans le cas de la rupture et des contraintes admissibles. Coefficient de sécurité $v_r \approx 4$.

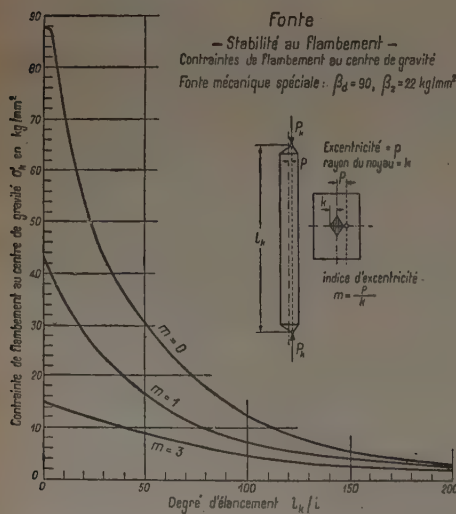


FIG. 42. — Fonte. Fonte spéciale à machine. Stabilité au flambement. Effort centré $m = 0$ et excentré $m = 1$ et 3 .

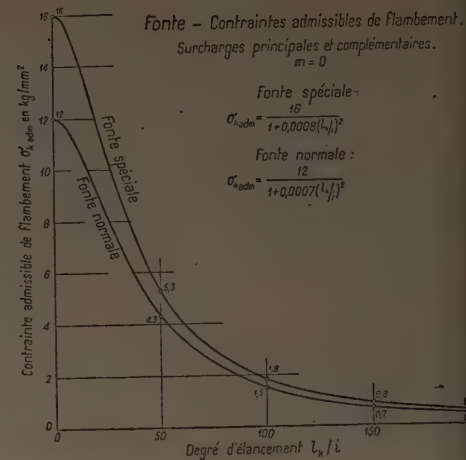


FIG. 43. — Fonte. Flambement. Contraintes admissibles de flambement au centre de gravité. Bâtiments.

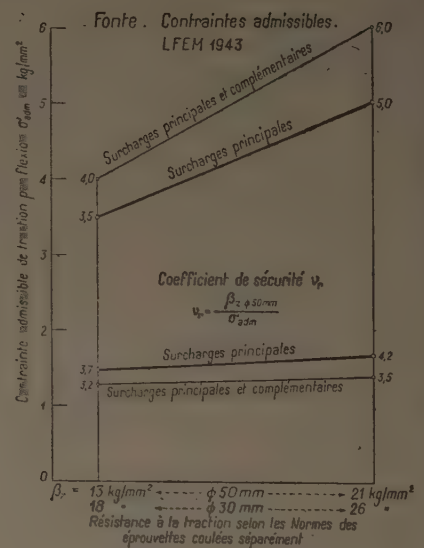


FIG. 44. — Fonte. Contraintes admissibles de traction. Flexion pour les charges principales : Ponts; et pour les charges principales et complémentaires : Bâtiments.

Rapports des résistances $\frac{50}{30}$

	MOYENNES	
Fonte mécanique	ordinaire	à haute résistance
Résistance à la traction .	$\beta_z = 0,71$	$+ 8 \%$
Résistance à la compression	$\beta_d = 0,78$	$+ 8 \%$
Résistance à la flexion . .	$\beta_b = 0,88$	$+ 11 \%$

VI. — ACIER DE CONSTRUCTION ET DE MACHINES

1. Constructions métalliques.

Le diagramme de la figure 45 renseigne sur les limites de fatigue et les tensions admissibles pour les charges principales des constructions rivées ou soudées de première qualité : ponts, ossatures métalliques de bâtiments (acier Ac. 54, Ac. 45 et Ac. 40). Les tensions admissibles dans les constructions soudées de première qualité à âme pleine en acier Ac. 40 et Ac. 54 (ordinaire ou qualité supérieure) sont représentées graphiquement figures 46 à 49. Ceci pour les charges principales comme pour les charges principales et additionnelles dans le domaine de traction, compression et traction-compression en fonction de $\frac{A}{B}$ depuis $\frac{A}{B} = -1$ (résistance aux efforts alternés) jusqu'à $\frac{A}{B} = +1$ (charge statique). Les mêmes taux de travail sont admissibles pour les constructions rivées.

Les courbes de la résistance au flambage ainsi que les tensions admissibles pour le flambage sous une charge centrée : $m = 0$ et sous une charge excentrée : $m = 0,5; 1; 2$ et

3; avec les élancements jusqu'à $\frac{l}{i} = 150$ sont représentées

Limites de fatigue et contraintes admissibles — Charges principales —

Constructions en treillis rivées et soudures bout à bout des ouvrages à âme pleine soudés — Classe de qualité 1.

Poutres en tôle d'acier, Cadres et arcs :

Pour le matériau de construction et dans le sens longitudinal des soudures les contraintes admissibles sont majorées de 40 %.

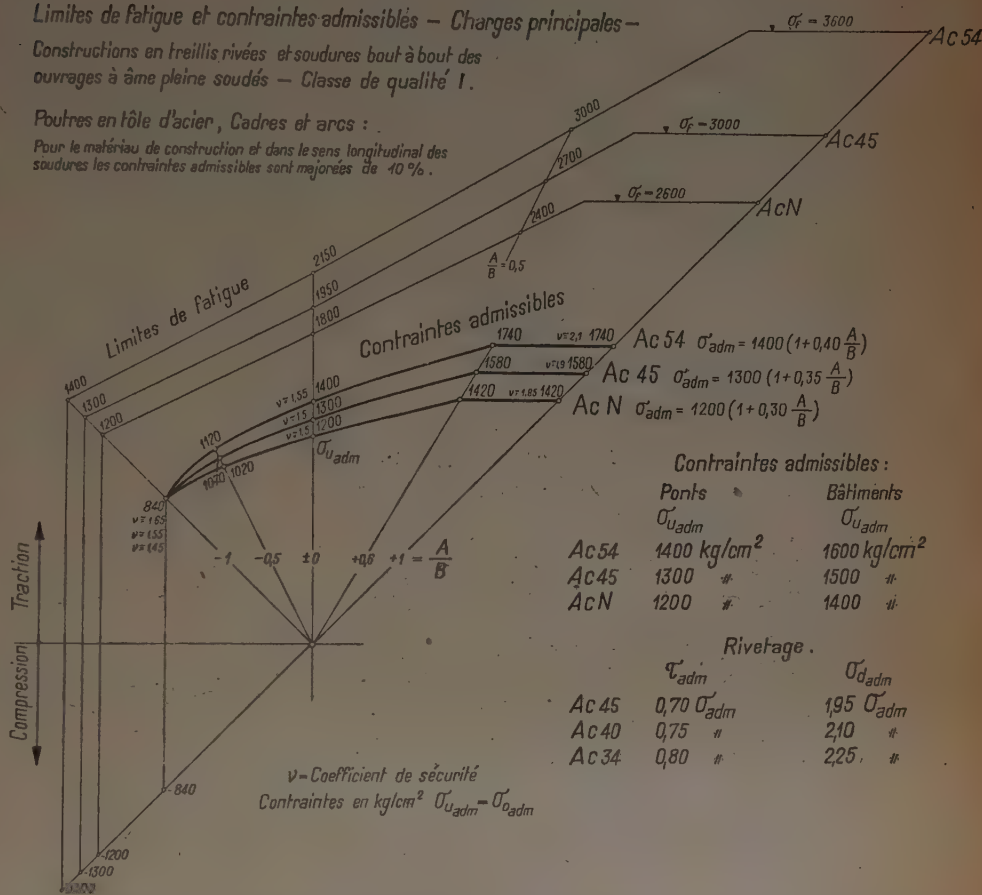


FIG. 45. — Contraintes admissibles pour ouvrages en treillis rivés et soudures bout à bout de première qualité des constructions à âme pleine. Ac. 54, Ac. 45 et Ac. 40 (Ac. N.). Charges principales. LFEM 1944.

sur les figures 50 à 53 pour les aciers Ac. 40 (Ac. N.) et Ac. 54.

Les coefficients de sécurité sont :

	ACIER ORDINAIRE Ac. N (Ac. 40) ou normal		ACIER SUPÉRIEUR Ac. H. R. (Ac. 54) ou à haute résistance	
	charge principale	charges principale et supplémentaire	charge principale	charges principale et supplémentaire
Pour la rupture statique ...	$\cong 2,6$	$\cong 2,2$	$\cong 2,8$	$\cong 2,5$
Pour la ductilité ...	$\cong 1,7$	$\cong 1,5$	$\cong 1,8$	$\cong 1,6$
Pour la fatigue ...	$\cong 1,5$	$\cong 1,3$	$\cong 1,5$	$\cong 1,3$
Pour le flambage ...	$\cong 2,5-2,75$	$\cong 2,1-2,3$	$\cong 2,5$	$\cong 2,1$

Constructions à âme pleine, soudées.

Charges principales

Contraintes admissibles — Classe de qualité I 1944

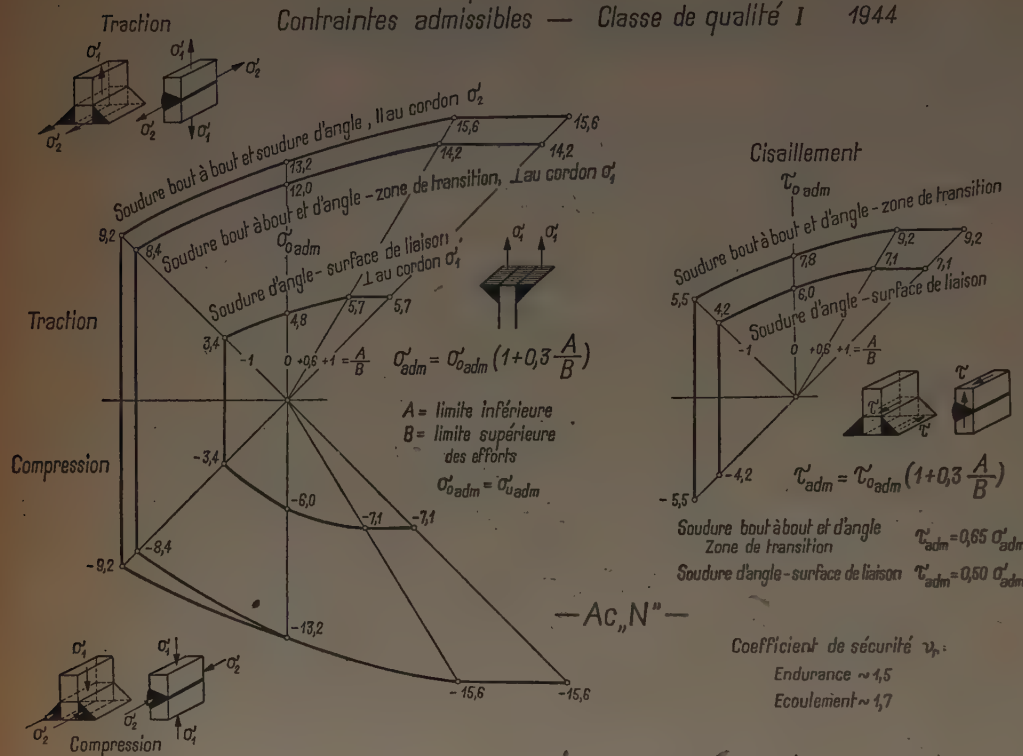


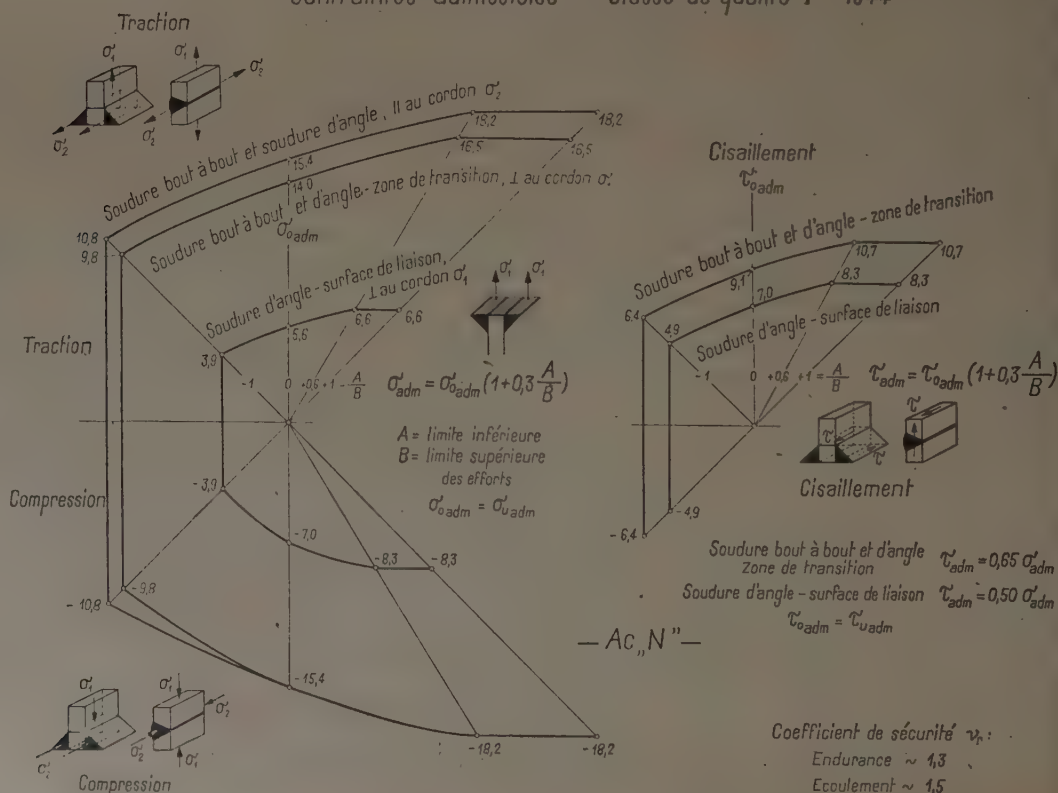
FIG. 46. — Acier de construction ordinaire (ou normal Ac. N.). Contraintes admissibles pour constructions soudées à âme pleine. Exécution de première qualité. Soudure bout à bout et soudure d'angle. La soudure en K peut être considérée comme soudure d'angle mais avec une réduction de 10 % de σ_{adm} . Charges principales, LFEM 1944.

Constructions à âme pleine, soudées.

Charges principales et complémentaires

Contraintes admissibles — Classe de qualité I 1944

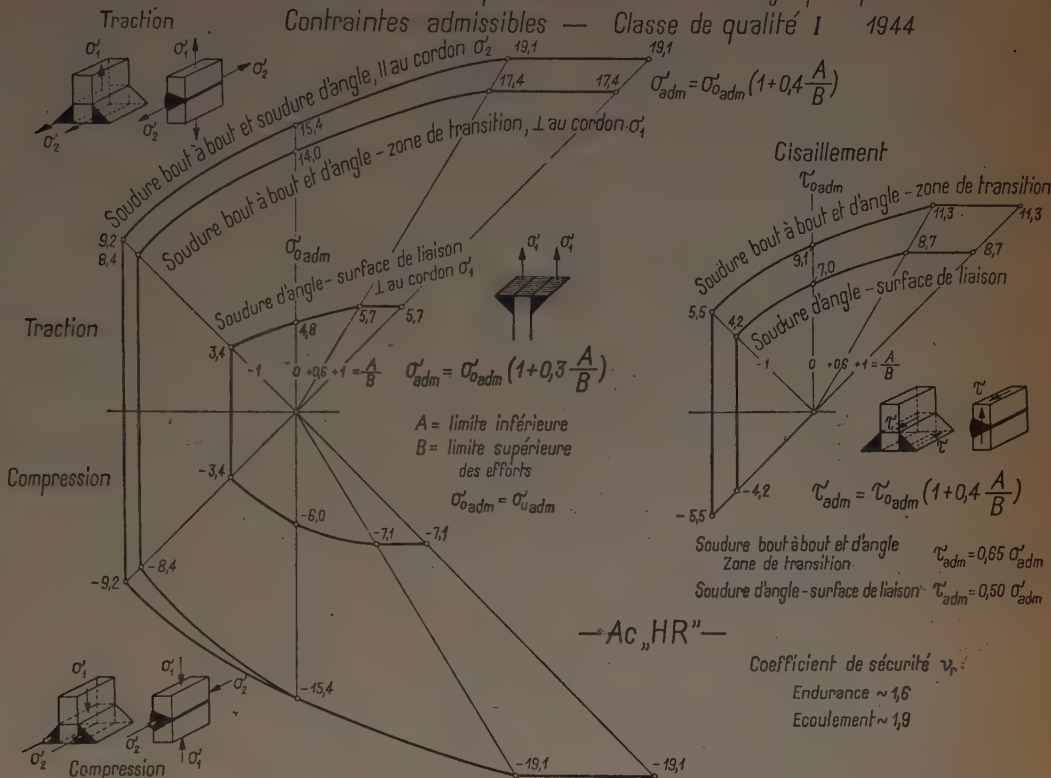
FIG. 47. — Acier de construction ordinaire (ou normal Ac. N.). Contraintes admissibles pour constructions soudées à âme pleine. Exécution de première qualité. Soudure bout à bout et soudure d'angle. La soudure en K peut être considérée comme soudure d'angle, mais avec une réduction de 10 % de σ_{adm} . Charges principales et complémentaires. LFEM 1944.



Constructions à âme pleine, soudées.

Charges principales.

Contraintes admissibles — Classe de qualité I 1944



Constructions à âme pleine, soudées

Charges principales et complémentaires.

Contraintes admissibles — Classe de qualité I 1944

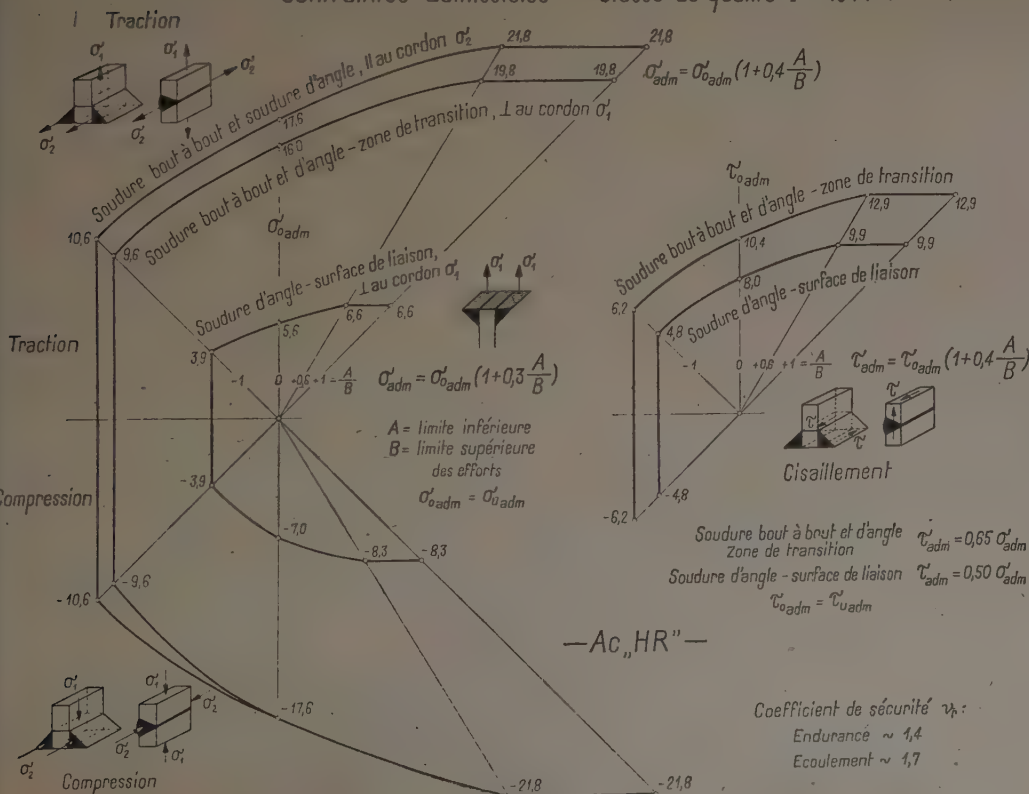


FIG. 49. — Acier de construction supérieur (ou à haute résistance Ac. HR). Ponts et ossatures soudés à âme pleine. Contraintes admissibles pour charges principales et complémentaires. Métal d'apport à haute résistance Arcos « Ductilend ».

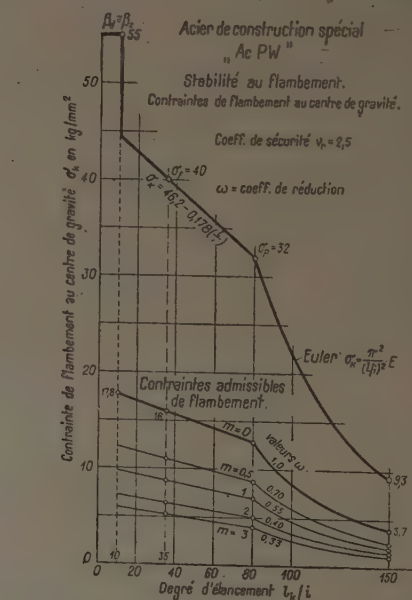
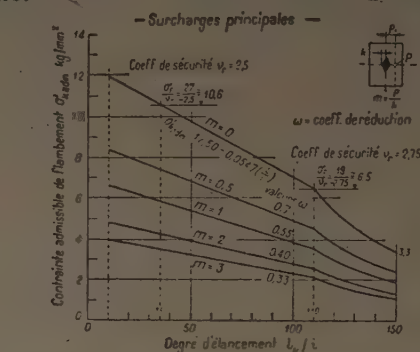
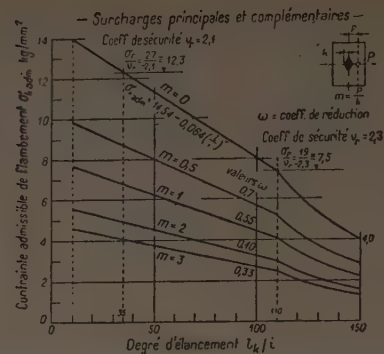
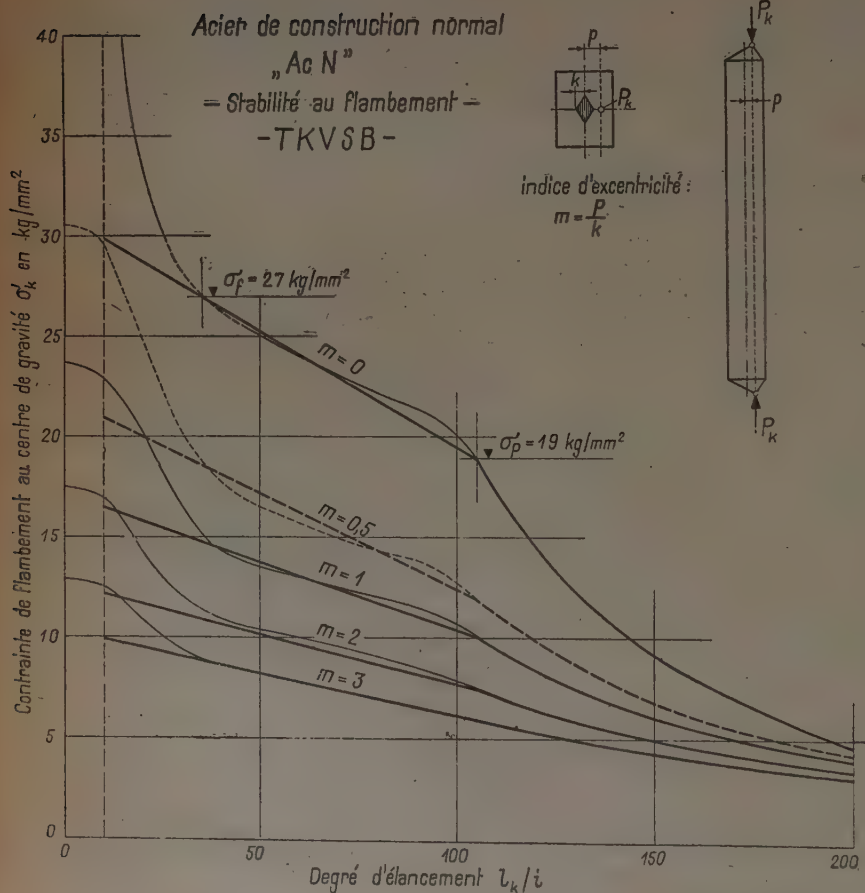
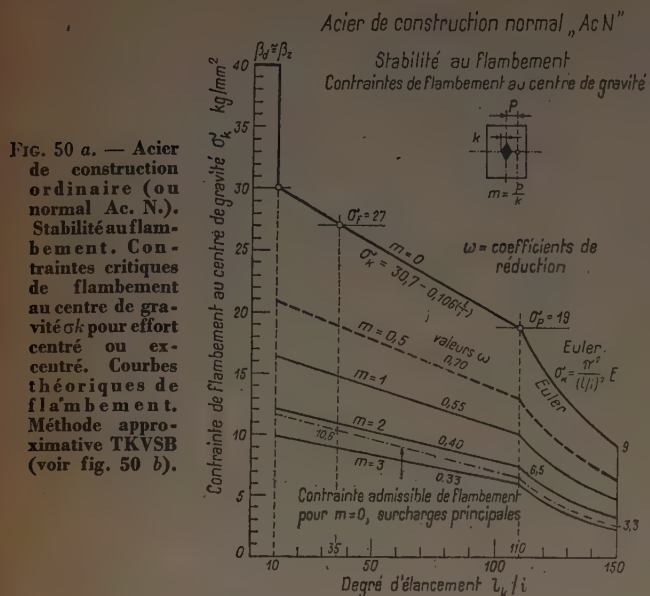
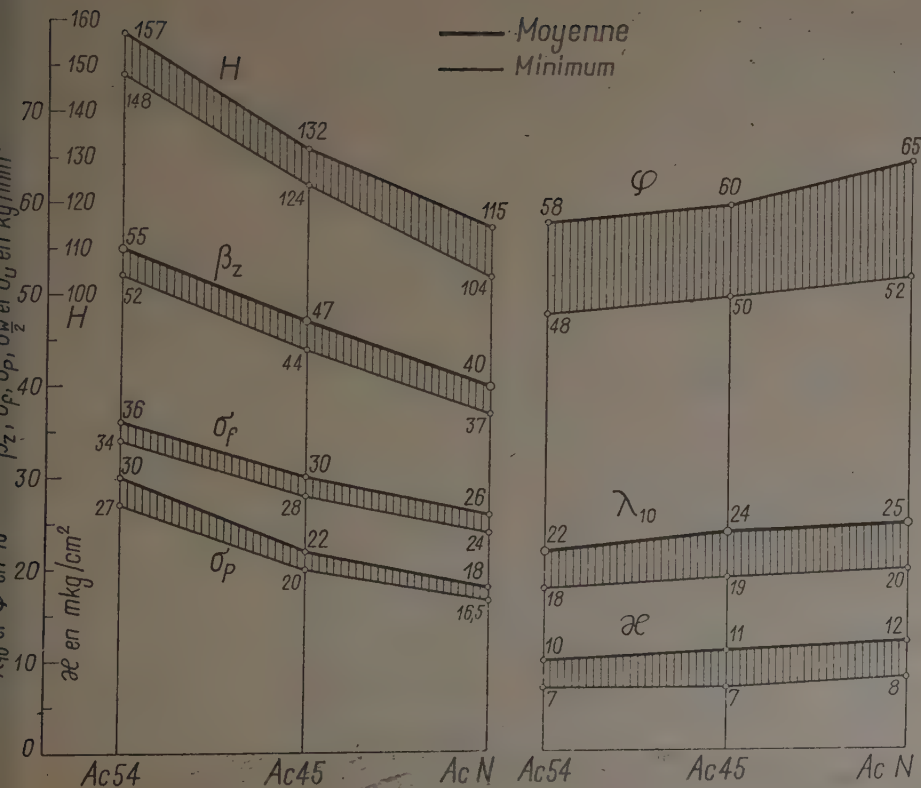
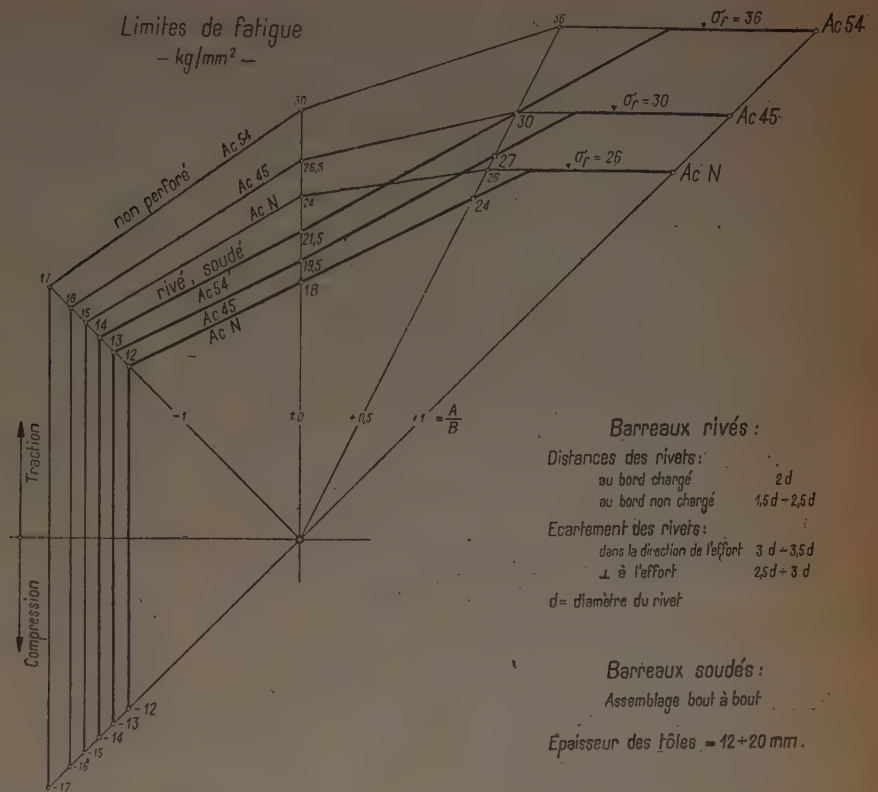
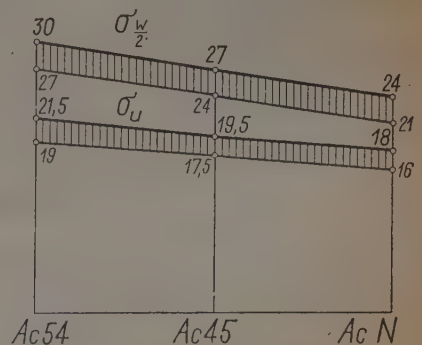


FIG. 54. — Caractéristiques mécaniques des aciers de construction Ac. 54, Ac. 45 et Ac. 40 (Ac. N.). Résistance et capacité de déformation pour sollicitation statique et à la fatigue. Barreaux pleins, rivés et soudés bout à bout. Essais du LFEM 1935-1940.



H = dureté Brinell en kg/mm²
 β_z = résistance à la traction "
 σ_F = limite apparente d'élasticité "
 σ_P = limite de proportionnalité "
 σ'_W = lim. de fatigue par traction ondulée "
 σ_U = lim. de fatigue par traction répétée "
 φ = striction à la rupture en %
 λ_{10} = allongement de rupture "
 ϵ = résilience en mkg/cm²

Barreaux rivés :
Assemblage soudé bout à bout :



Les exigences techniques relatives aux propriétés statiques et dynamiques qui sont la base des contraintes admissibles sont représentées sur la figure 54 pour les aciers Ac. 40 (Ac. N.), Ac. 45 et Ac. 54, qui sont couramment employés pour les constructions métalliques des ponts et des bâtiments.

2. Construction de machines.

Les variations de la limite de fatigue de différents aciers et alliages d'acier utilisés pour la construction des machines sont représentées sur la figure 55. La détermination des coefficients de sécurité calculés se fait

Aciers avec et sans alliages.

Limites de fatigue

— kg/mm² —

Eprouvettes pleines, non perforées.

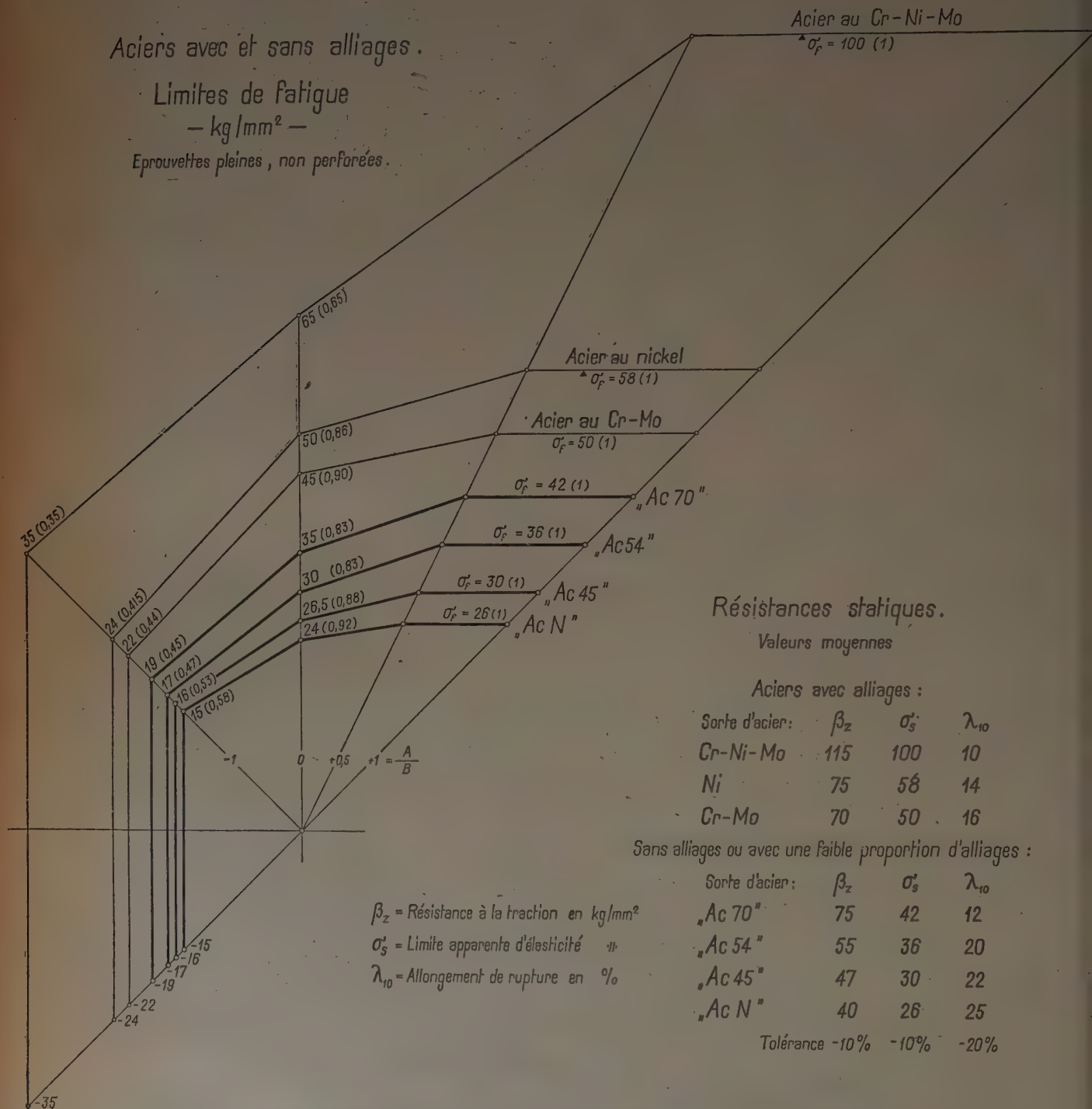


FIG. 55. — Aciers et alliages d'acier pour la construction de machines. Limites de fatigue.
Aciers : résistance à la traction $\beta_z = 40, 47, 55$ et 75 kg/mm². Alliages d'acier $\beta_z = 70, 75$ et 115 kg/mm².

pour des cas isolés ou pour des groupes de constructions. Ces coefficients ne doivent jamais être plus petits que :

pour la rupture statique.....	$\geq 3,0-3,5$
pour la ductilité.....	$\geq 1,8-2,0$
pour la fatigue.....	$\geq 1,5-1,7$
pour le glissement par viscosité sous hautes températures	$\geq 1,5-2,0$

Comme on le voit sur la figure 56 la vitesse d'extension de l'acier « Mo - W » (dur à l'état chaud) baisse de $V_{Dst} = 0,01 \text{ } \text{‰}$ à l'heure (mesurée entre la 24^e et la 48^e heure) jusqu'à $0,0009 \text{ } \text{‰}$ donc $\frac{1}{11}$, si avec un coefficient de sécurité 1,5 on passe de la limite de l'écoulement par viscosité $\sigma_{Dst} = 37 \text{ kg/mm}^2$ (définie pour $V_{Dst} = 0,01 \text{ } \text{‰}$ à une température de $+ 500^\circ \text{C}$) à la tension admissible $\sigma_{Dstadm.} = \frac{37}{1,5} = 24,6 \text{ kg/mm}^2$. Cet acier a une résistance à la traction : $\beta_z \approx 85 \text{ kg/mm}^2$ (température d'essais $+ 18^\circ$).

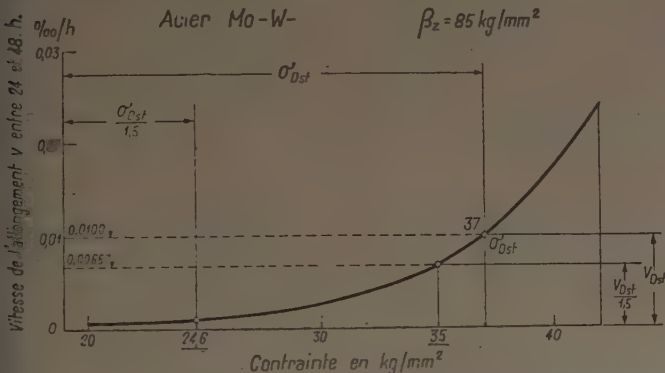


FIG. 56. — Acier au Mo-W. $\beta_z = 85 \text{ kg/mm}^2$. Vitesse de l'allongement par viscosité v en fonction de la contrainte d'extension σ . Température d'essai $+ 500^\circ \text{C}$. Contraintes 20-42 kg/mm^2 .

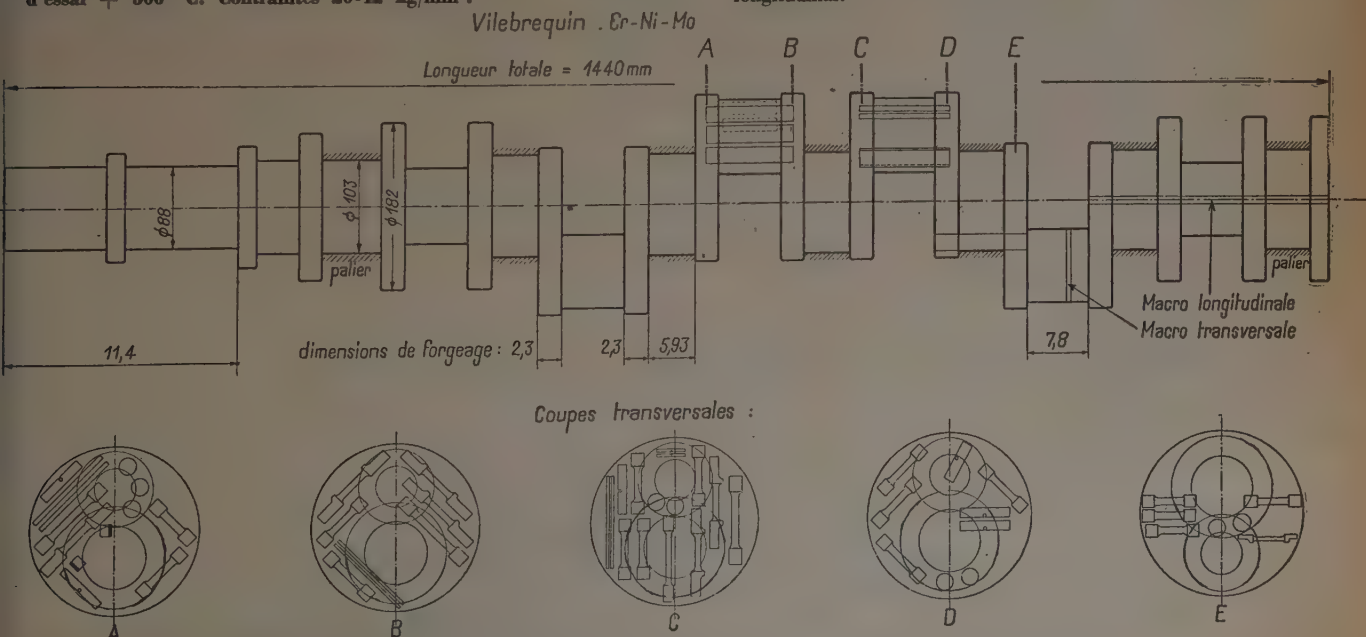


FIG. 57. — Vilebrequin « de Roll » en acier au Cr-Ni-Mo. $\beta_z = 115 \text{ kg/mm}^2$. Prélèvement des éprouvettes.

Mais si l'on adopte un coefficient de sécurité 1,5 par rapport à la vitesse d'extension : $V_{Dst} = 0,01 \text{ } \text{‰}$ à l'heure, donc $V = \frac{0,01}{1,5} = 0,00667 \text{ } \text{‰}$, la tension correspondante serait $\sigma \approx 34 \text{ kg/mm}^2 \approx 0,92 \sigma_{Dst}$.

Le coefficient de sécurité 1,5 par rapport à σ_{Dst} est certainement suffisant.

Un abaissement plus prononcé de ce coefficient n'est pas à conseiller puisqu'il n'est pas utile. Il serait même dangereux. Les cas exceptionnels doivent être étudiés avec circonspection.

Comme exemple d'une étude approfondie nous indiquons celle d'un vilebrequin en acier Cr-Ni-Mo. Quelques résultats en sont donnés aux figures 57, 58 et 59.

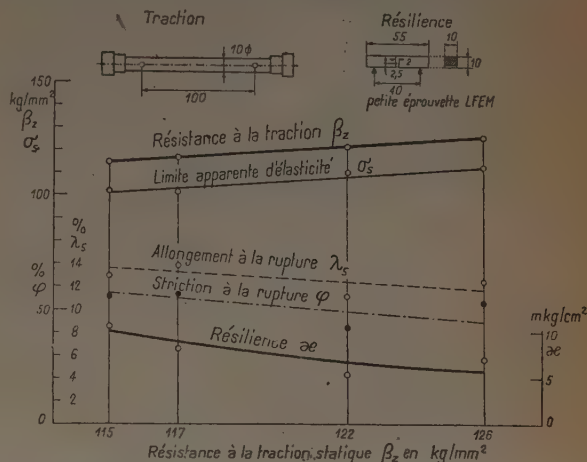


FIG. 58. — Vilebrequin « de Roll » en acier au Cr-Ni-Mo. $\beta_z \approx 115 \text{ kg/mm}^2$. Valeurs de la résistance à la traction β_z , limite apparente d'élasticité σ_s , allongement de rupture λ_s , contraction ϕ et résilience ae . La résistance à la traction β_z varie entre 115 et 126 kg/mm^2 . Axe longitudinal.

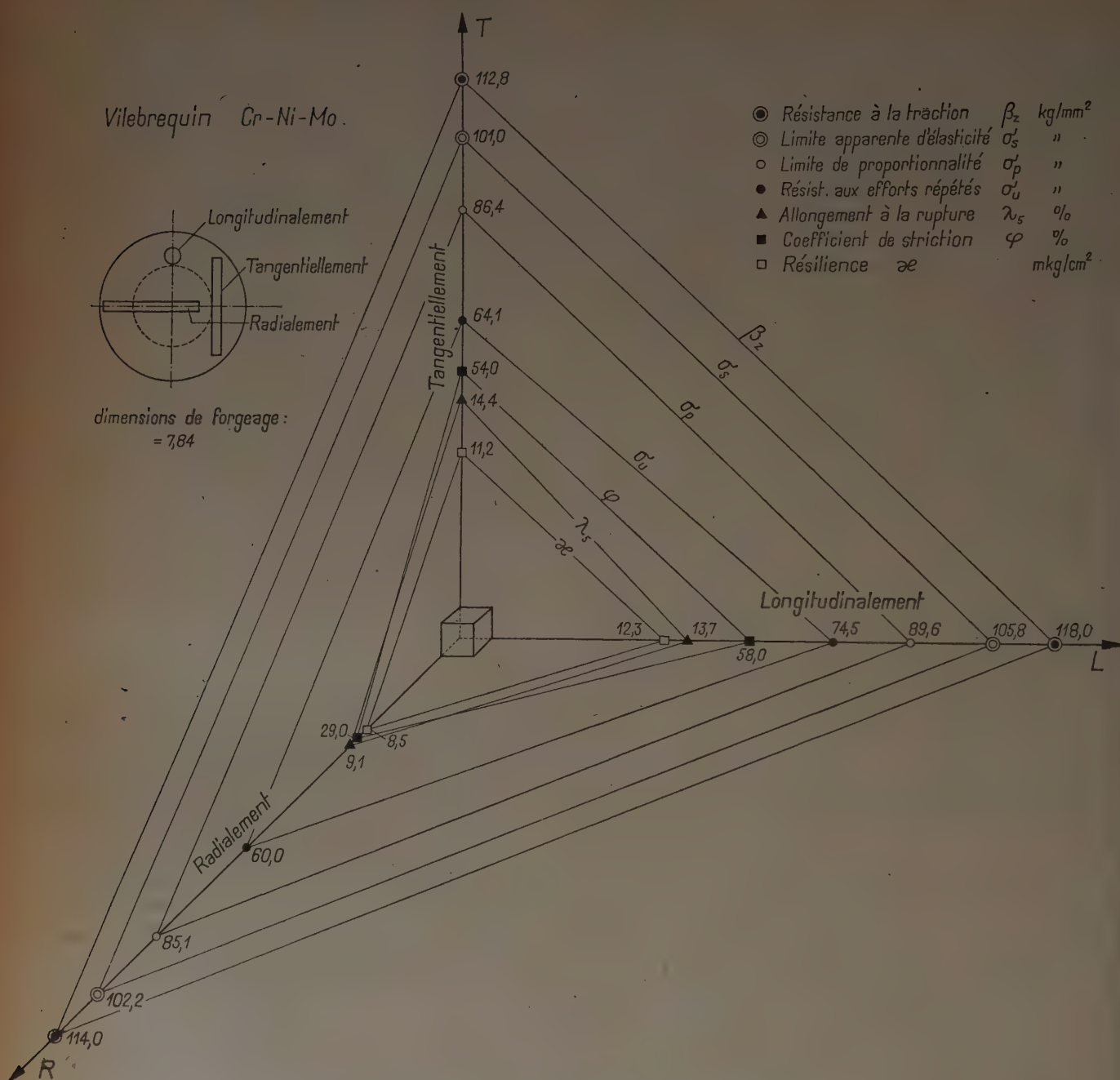


FIG. 59. — Vilebrequin « de Roll » en acier au Cr-Ni-Mo. Isotropie quasi parfaite des propriétés de résistance et de déformation.

3. Réservoirs sous pression sans joint.

Les qualités exigées des aciers et des métaux légers dans la fabrication des récipients étirés pour les gaz liquéfiés comprimés ou dissous sous pression, ainsi que les efforts circulaires admissibles pour les épreuves sont représentés sur la figure 60. Le coefficient de sécurité à la ductilité est $\sim 1,35$. Par rapport à la pression de travail,

qui est ordinairement égale à $\frac{1}{1,5}$ de la pression d'épreuve des réservoirs, les coefficients de sécurité sont en moyenne :
par rapport à la ductilité ≥ 2 ;
par rapport à l'éclatement dû à la pression intérieure statique $\geq 3,3$ (réserv. en acier); $\geq 2,5$ (réserv. en acier, type léger, revenu).

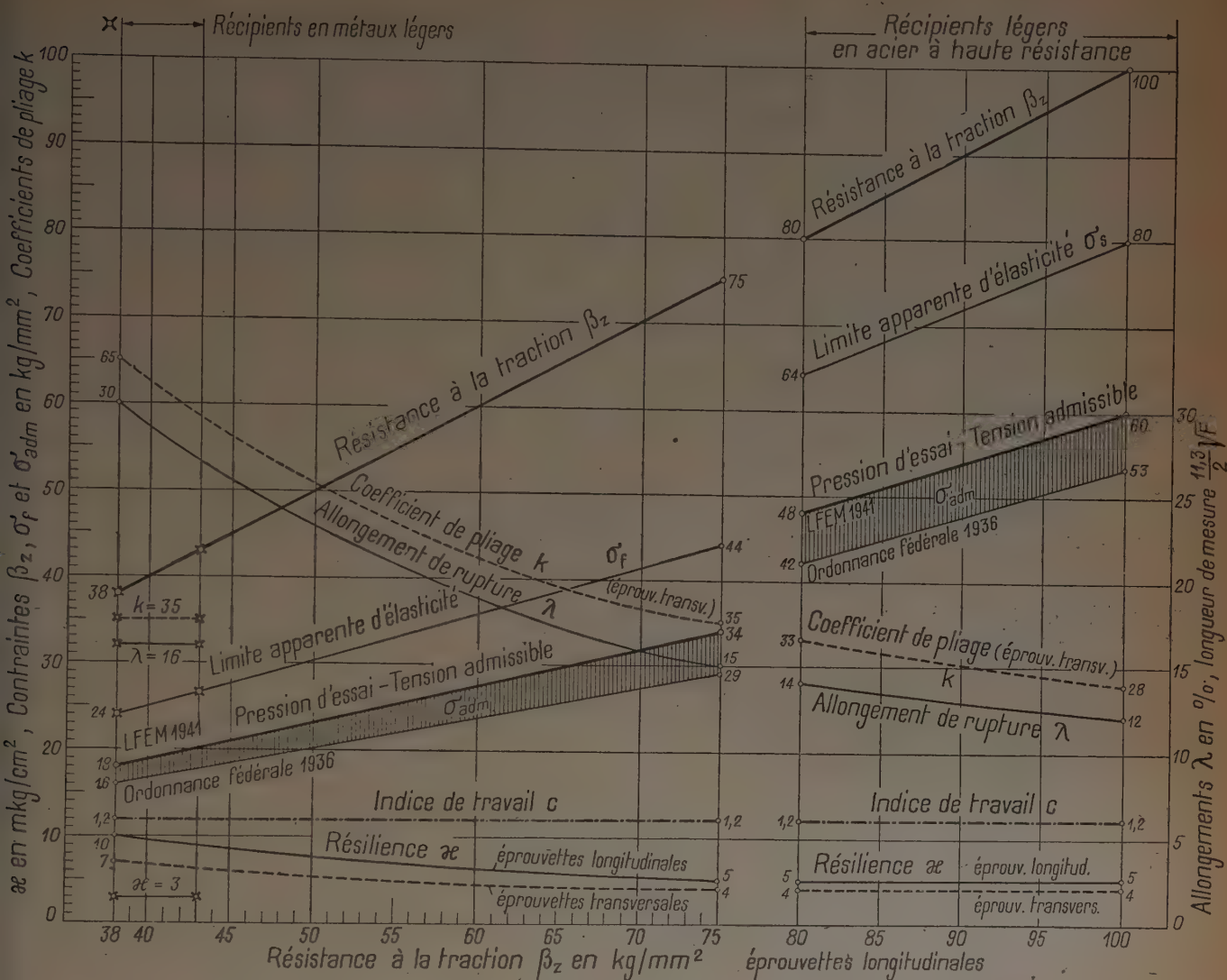


FIG. 60. — Récipients pour gaz comprimés, liquéfiés ou dissous sous pression. Caractéristiques de résistance et de déformation des aciers et métaux légers. Contraintes admissibles σ_{adm} pour la pression d'essai. LFEM 1941.

4. Réservoirs sous pression sur camion. Tanks des wagons-citernes.

Pour les réservoirs-camions soudés de première qualité, les tensions admises par le Laboratoire en 1943 pour la pression d'essai sont applicables, elles sont représentées figure 61.

Les coefficients de sécurité pour la pression d'épreuve doivent être, suivant le caractère de la soudure : (voir tableau ci-contre).

Les coefficients de sécurité rapportés à la pression de travail sont différents suivant le gaz et la température. Comme donnée de base on a la relation :

$$\frac{\text{pression d'épreuve}}{\text{pression de travail}} \geq 1,33.$$

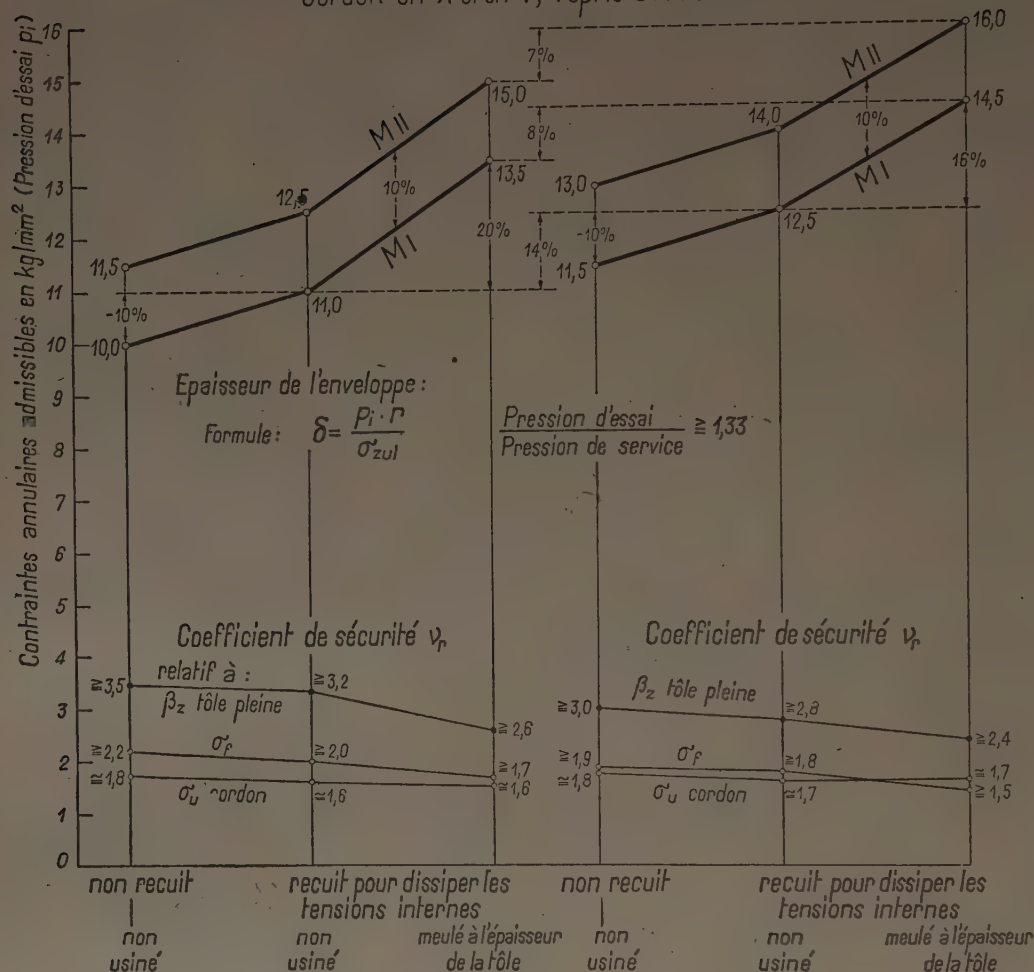
	SOUDEURE bout à bout	SOUDEURE en spirale
Pour la rupture statique (rapporté à la tôle pleine).....	2,6-3,5	2,4-3,0
Pour la ductilité	1,7-2,2	1,5-1,9
Pour la fatigue	1,6-1,8	~ 1,7

Tanks des wagons citernes

Cordon longitudinal

Cordon hélicoïdal

Cordon en X et en V, repris à la racine


 FIG. 61. — Tanks soudés des wagons-citernes. Soudures bout à bout et soudures hélicoïdales. Contraintes admissibles. Coefficients de sécurité ν_r .

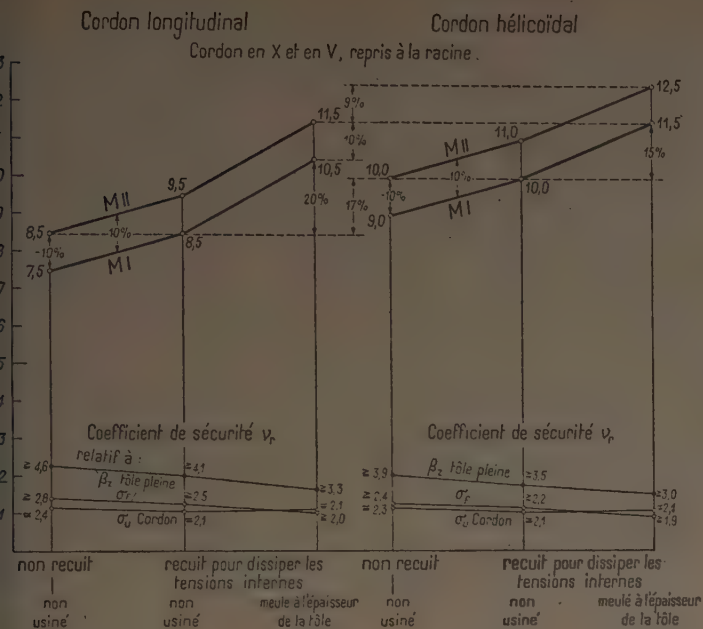
 Qualité des tôles : M I $\beta_z = 35-44 \text{ kg/mm}^2$
 et M II $\beta_z = 41-50 \text{ kg/mm}^2$

5. Réservoirs fixes sous pression.

Les tensions les plus fortes admissibles pour le cas des pressions de travail dans les réservoirs fixes avec soudure de première qualité sont représentées figure 62. Les coefficients de sécurité sont, suivant le genre des soudures et la manière de les traiter : (voir tableau ci-contre).

Les réservoirs sous pression avec soudure bout à bout, de première qualité, les soudures meulées de niveau avec la tôle, peuvent être considérés comme des réservoirs en tôle sans joints. Les tensions admissibles qui suivent l'ellipse

	SOUDURE bout à bout	SOUDURE en spirale
A la rupture (rapporté à la section totale de la tôle).....	3,3-4,6	3,0-3,9
A la limite de ductilité.....	2,0-2,8	1,9-2,4
A la limite de fatigue.....	2,1-2,4	2,1-2,3



62. — Chaudières et réservoirs sous pression soudés. Soudures bout à bout soudures hélicoïdales. Contraintes admissibles. Coefficients de sécurité v_r .

Qualité des tôles : M I $\beta_z = 35-44 \text{ kg/mm}^2$
et M II $\beta_z = 41-50 \text{ kg/mm}^2$

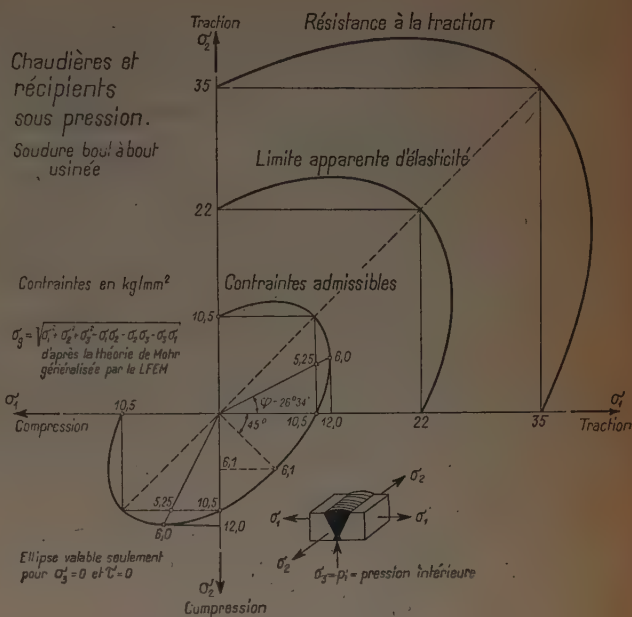


FIG. 63. — Chaudières et réservoirs sous pression soudés. Cordons de soudure meulés au niveau de la tôle.

Qualité de la tôle $\beta_z = 35-44 \text{ kg/mm}^2$

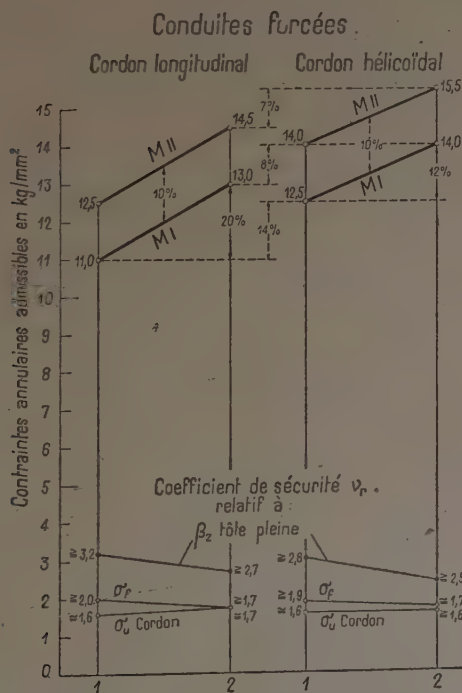
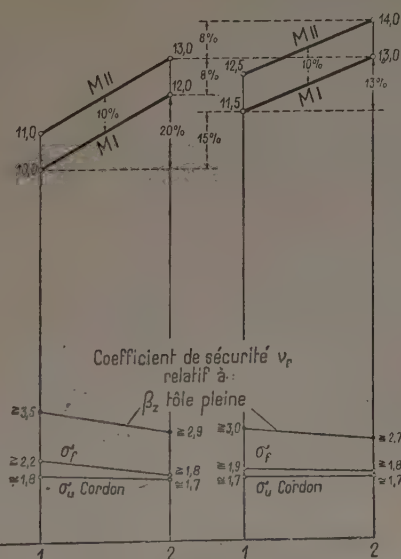


FIG. 64. — Conduites forcées et de distribution soudées. Soudures bout à bout et soudures hélicoïdales. Contraintes admissibles. Coefficients de sécurité v_r .

Conduites de distribution.
Cordon longitudinal **Cordon hélicoïdal**



Qualité des tôles : M I $\beta_z = 35-44 \text{ kg/mm}^2$
et M II $\beta_z = 41-50 \text{ kg/mm}^2$

d'énergie constante de variation de la forme (théorie de MOHR généralisée par le Laboratoire) sont reportées figure 63. Les coefficients de sécurité sont les suivants :

- A la rupture statique $\approx 3,5$
- A la limite de ductilité..... ≈ 2
- A la limite de fatigue..... ≈ 2

Le joint soudé en spirale a une résistance de 15 à 20 % plus grande que celle de la soudure bout à bout à angle droit (éclatement).

6. Conduites forcées et de distribution.

Les indications sur les tensions admissibles et les coefficients de sécurité pour les conduites forcées et de distribution, avec soudure de première qualité, sont données figure 64. Les coefficients de sécurité sont un peu plus bas que pour les réservoirs fixes sous pression ; ils varient entre les limites suivantes :

	CONDUITE	
	forcée	de distribution
Coefficients de sécurité à la rupture de la tôle pleine.....	2,5-3,2	2,7-3,5
A la limite de ductilité.....	1,7-2,0	1,8-2,2
A la limite de fatigue	1,6-1,7	1,7-1,8

Les coefficients de sécurité des tuyaux « Ferrum-Katowitz frettés » à chaud, de l'Auto-frettage à froid Grenoble ou des tuyaux pourvus de frettes en fil d'acier de haute résistance (système MONTEUX) comparés avec ceux des conduites forcées à soudures à angle droit ou hélicoïdales peuvent être tirés du tableau suivant :

GENRE DE TUYAU	COEFFICIENTS MOYENS DE SÉCURITÉ THÉORIQUE		
	à la rupture statique	à la limite de ductilité	à la rupture par fatigue
	rapporté à la tôle entière		
1. Tuyaux à soudure ordinaire ou hélicoïdale, type « Sulzer-Winterthur ».			
Acier ordinaire de construction :			
Résistance à la traction :			
$\beta_z = 35-44 \approx 40 \text{ kg/mm}^2$	3,0	2,0	1,7
Acier supérieur de construction :			
Résistance à la traction :			
$\beta_z = 41-50 \approx 46 \text{ kg/mm}^2$	2,8	2,0	1,6
2. Tuyaux frettés à chaud, type « Ferrum-Katowitz ».			
Résistance à la traction :			
tuyau $\beta_z = 36 - 42 \text{ kg/mm}^2$			
anneaux de frettage $\beta_z \approx 60 \text{ kg/mm}^2$	3,5	2,2	—
3. Étirage à froid par pression intérieure après frettage, type « Autofrettage G. FERRAND », BOUCHAYER et VIALLET, Grenoble.			
Résistance à la traction :			
tuyau $\beta_z = 36 - 42 \text{ kg/mm}^2$			
anneaux de frettage $\beta_z \approx 95 \text{ kg/mm}^2$	3,8	2,0	—
4. Tuyaux frettés par fil d'acier (bobine), type « MONTEUX », Paris.			
Résistance à la traction :			
tuyau $\beta_z = 36-42 \text{ kg/mm}^2$			
fil d'acier $\beta_z \approx 200 \text{ kg/mm}^2$	4,2	2,0	—

7. Téléfériques.

Les téléphériques du système monocâble pour transport de personnes pouvant être pourvus d'un câble porteur, d'un câble de traction et d'un câble de retenue et, si les conditions de terrain le permettent, sans câble de secours, doivent avoir au moment de la dépose les coefficients de sécurité ci-contre :

	CÂBLE porteur	CÂBLES de traction et de retenue	CÂBLE de secours
A la limite de fatigue. (Voir fig. 59).	$\geq 1,5$	$\geq 1,5$	3-5 statiquement

THÉORIES ET MÉTHODES DE CALCUL

La réduction des coefficients de sécurité imposés aux téléphériques suisses affectés au transport de personnes dans

le courant des dernières trente-cinq années est représentée par le tableau suivant :

TÉLÉFÉRIQUES POUR TRANSPORT DE PERSONNES

Coefficients de sécurité des câbles suivant les instructions suisses :

	CABLES PORTEURS	CABLES DE TRACTION et de retenue	CABLES DE FREINAGE et de secours	CABLES téléphoniques
1908. Traction	10	10-15	—	—
1926. Traction	5	8	8	8
1932. Traction	4	6	5	4
Fatigue par flexion	1,5	1,5	—	—
1941. Traction	3,5-3	4,5	4	3
Fatigue par flexion	1,5	1,5	—	—

VII. — MÉTAUX LÉGERS

Les représentations graphiques des figures 65 et 66 montrent les hautes qualités de résistance et de déformation ainsi que les remarquables progrès de cinq alliages malléables de l'aluminium et de l'aluminium pur.

Suivant les épreuves statiques et dynamiques conduites systématiquement on peut choisir les coefficients de sécurité suivants :

A la rupture statique	ν_r	3,0
A la déformation critique	ν_r	1,8
A la limite de fatigue	ν_r	1,5
Au flambage	ν_r	3

Métaux légers.

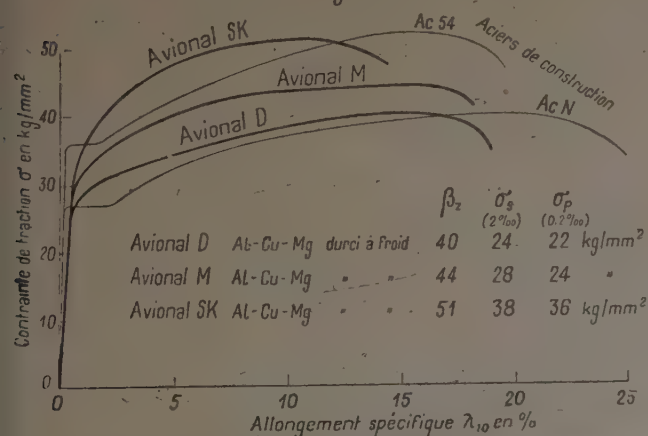


FIG. 65. — Métaux légers. Alliages d'aluminium Avional « SK », « M » et « D ». Diagramme : contrainte d'extension-allongement spécifique. Comparaison avec les aciers de construction « Ac. 40 » (Ac. N) et « Ac. 54 ».

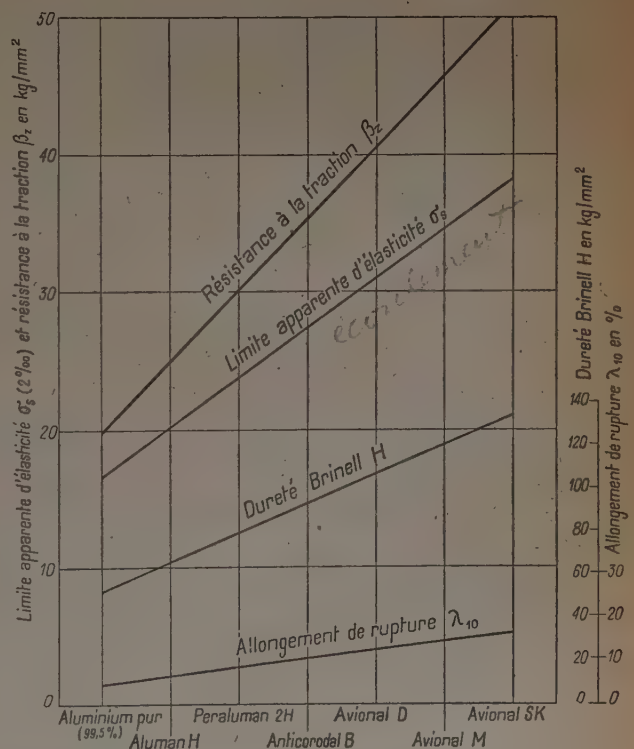


FIG. 66. — Métaux légers. Dureté BRINELL, résistance à la traction, limite apparente d'élasticité, allongement de rupture.

Dans la figure 67 les variations comparées des limites de fatigue de l'Avional SK et de l'Avional M avec l'acier supérieur statiquement équivalent Ac. 54 et avec l'acier ordinaire Ac. N (Ac. 40) laissent voir une endurance beaucoup moindre des Avionals SK et M. Ceci est valable également pour les pièces sans trous ou rivées.

Le diagramme de la figure 67 montre aussi la variation des tensions admissibles pour l'Avional M et pour l'Avional SK entre les limites $\frac{A}{B} = -1$ (résistance aux efforts alternés), jusqu'à $\frac{A}{B} = +1$ (charge statique).

Les coefficients de sécurité ν_r se trouvent compris entre 1,5 et 1,8.

La tension critique de flambage σ_k et les tensions admissibles de flambage σ_{kadm} sont indiquées à la figure 68, les dernières correspondent à une triple sécurité contre le flambage pour $\frac{l}{i}$ variant de 15 à 200. Récipients en métaux légers (Voir fig. 60).

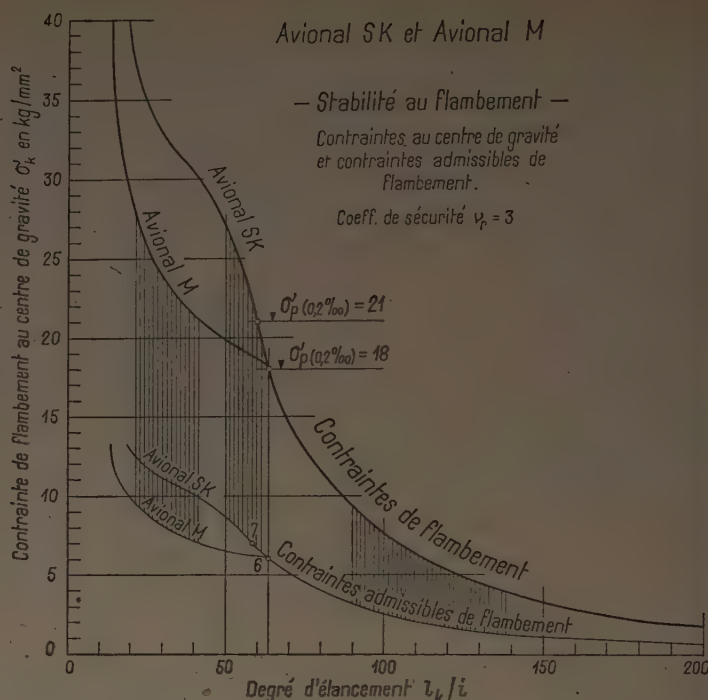


FIG. 68. — Avional « SK » et « M ». Stabilité au flambement. Contraintes critiques et admissibles au centre de gravité σ_k et σ_{kadm} . $\frac{l}{i} = 15 - 200$. Coefficient de sécurité $\nu_r \approx 3$.

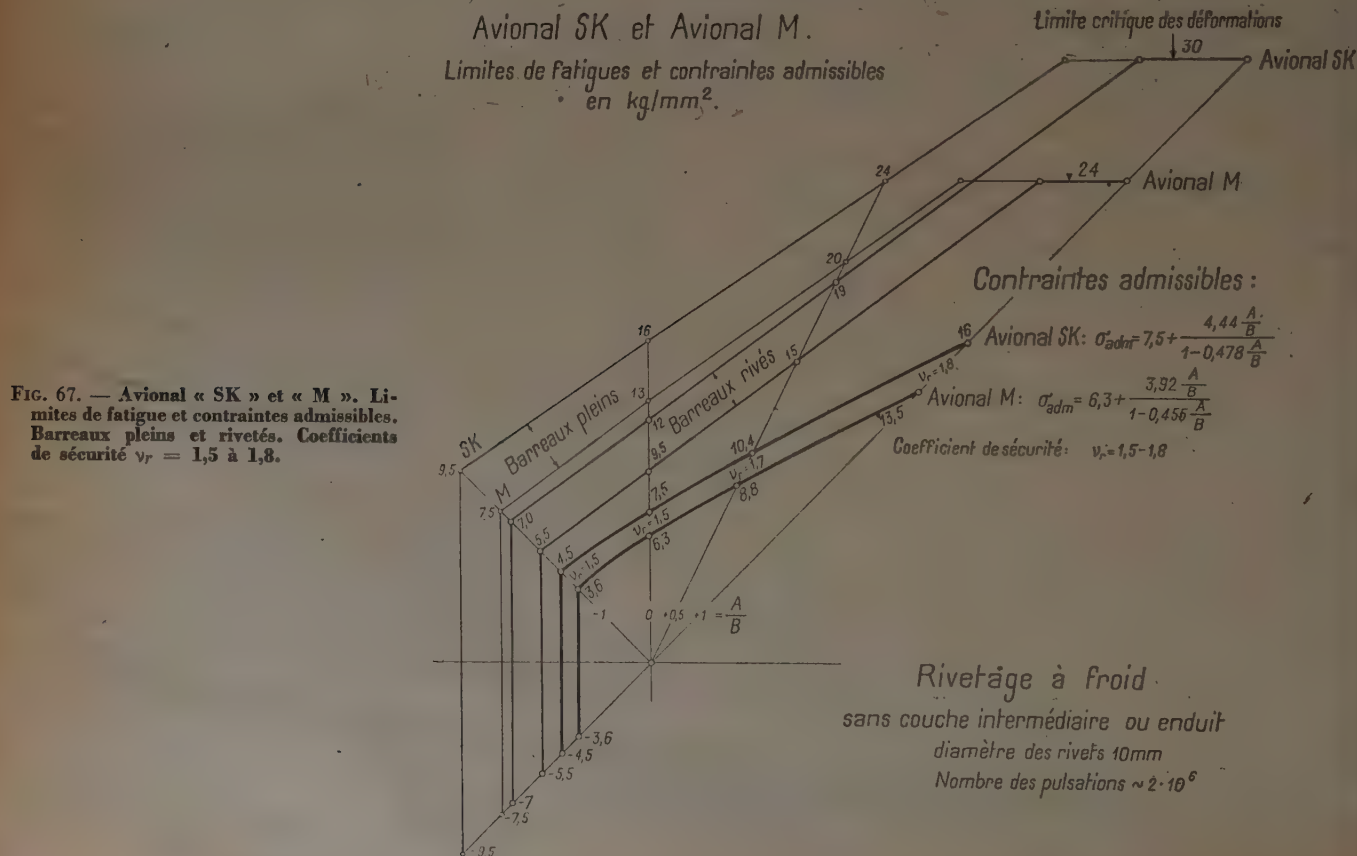


FIG. 67. — Avional « SK » et « M ». Limites de fatigue et contraintes admissibles. Barreaux pleins et rivetés. Coefficients de sécurité $\nu_r = 1,5$ à $1,8$.

CONCLUSIONS

Ce n'est pas l'incertitude, mais la connaissance de tous les facteurs d'appréciation qui est déterminante pour le choix du coefficient de sécurité et non d'insécurité. Les divergences constatées entre la théorie et la réalité dans les propriétés des matériaux de construction, concernant :

- l'hétérogénéité;
- l'anisotropie;
- la dispersion des propriétés techniques et l'existence de tensions internes;

et correctement interprétées d'après des essais et grâce

à l'expérience acquise servent de base pour l'évaluation de la différence entre :

- le coefficient de sécurité théorique;
- et
- le coefficient de sécurité réel

des constructions. L'examen des caractéristiques techniques permet une évaluation numérique sous forme de tolérances admissibles par rapport aux moyennes correspondantes ou de chiffres caractérisant l'anisotropie — différences des propriétés mécaniques dans diverses directions.

Les coefficients de sécurité actuels sont basés sur les caractéristiques techniques justifiées des matériaux. Ils sont aujourd'hui tous à la limite encore tout juste admissible (fig. 69 à 73).

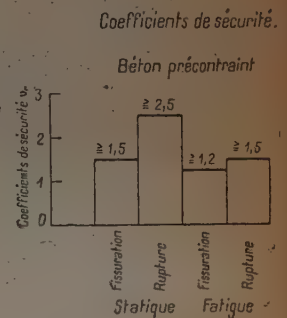
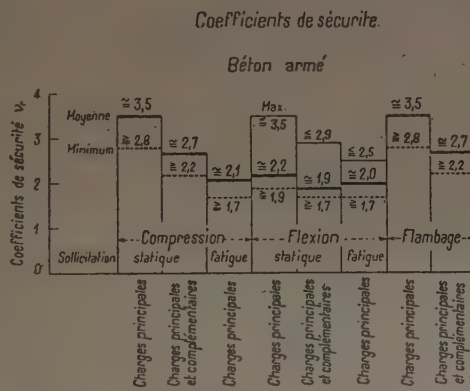
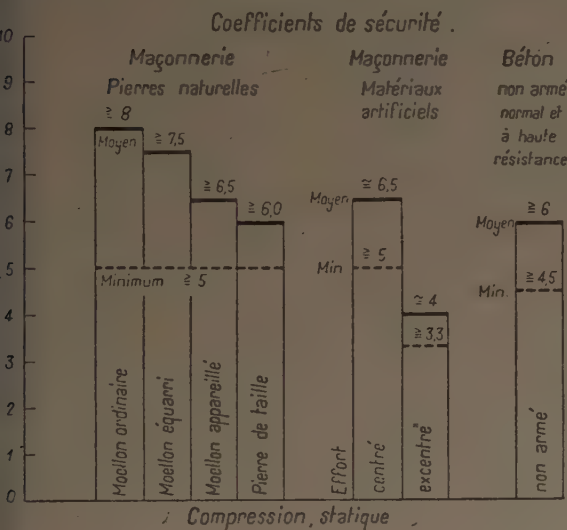


FIG. 69. — Coefficients de sécurité γ_r . Maçonnerie en pierres naturelles et matériaux artificiels. Béton, béton armé et béton précontraint.

Coefficients de sécurité

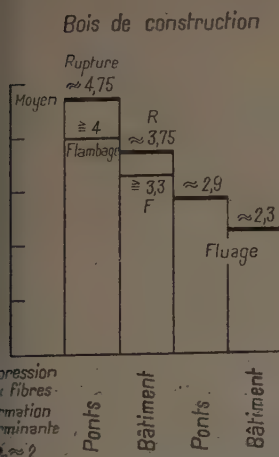


FIG. 70. — Coefficients de sécurité γ_r . Bois de construction.

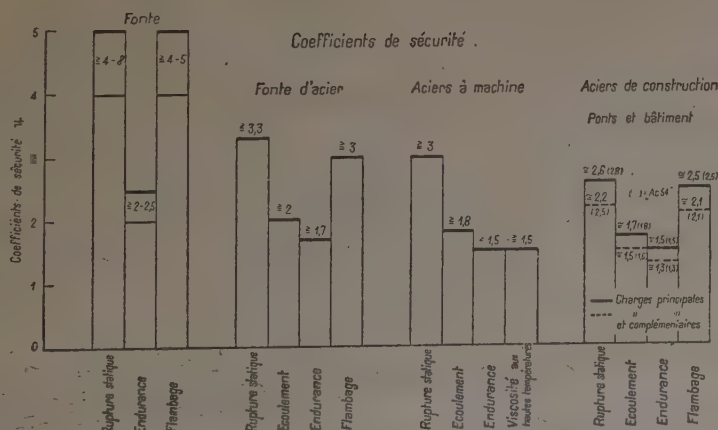


FIG. 71. — Coefficients de sécurité γ_r . Fonte. Acier coulé. Aciers à machine. Aciers de construction.

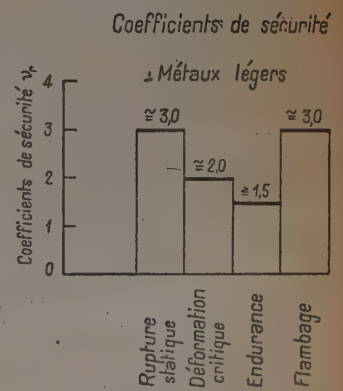


FIG. 73. — Coefficients de sécurité γ_r . Métaux légers.

Coefficients de sécurité.

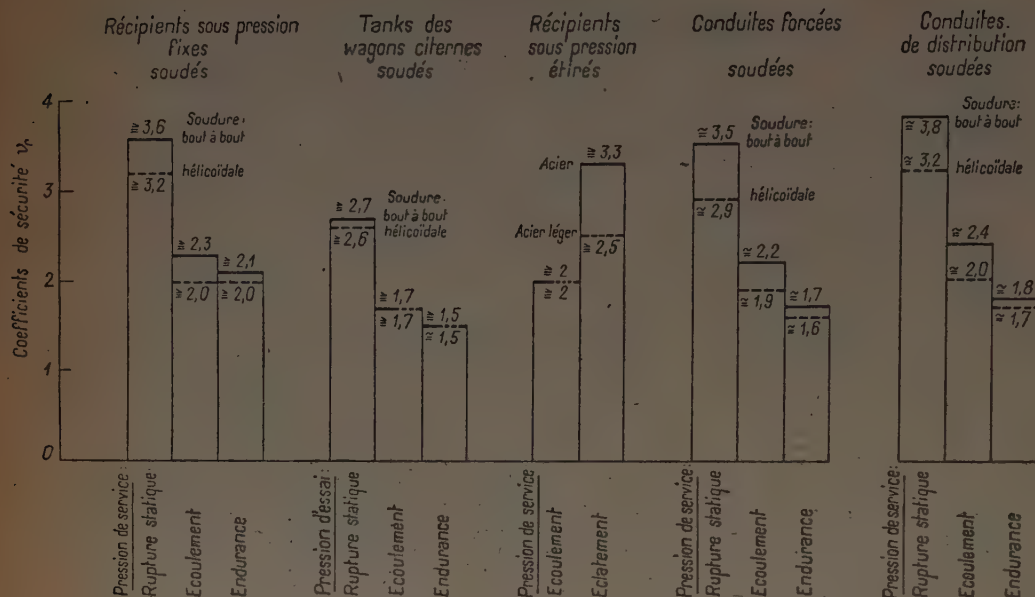
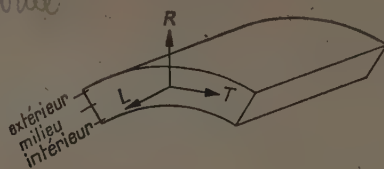


FIG. 72. — Coefficients de sécurité vr. Réservoirs fixes et roulants sous pression. Réceptifs sous pression étirés. Conduites forcées.

Anneau en fonte d'acier

— Intérieur —



Chimie :

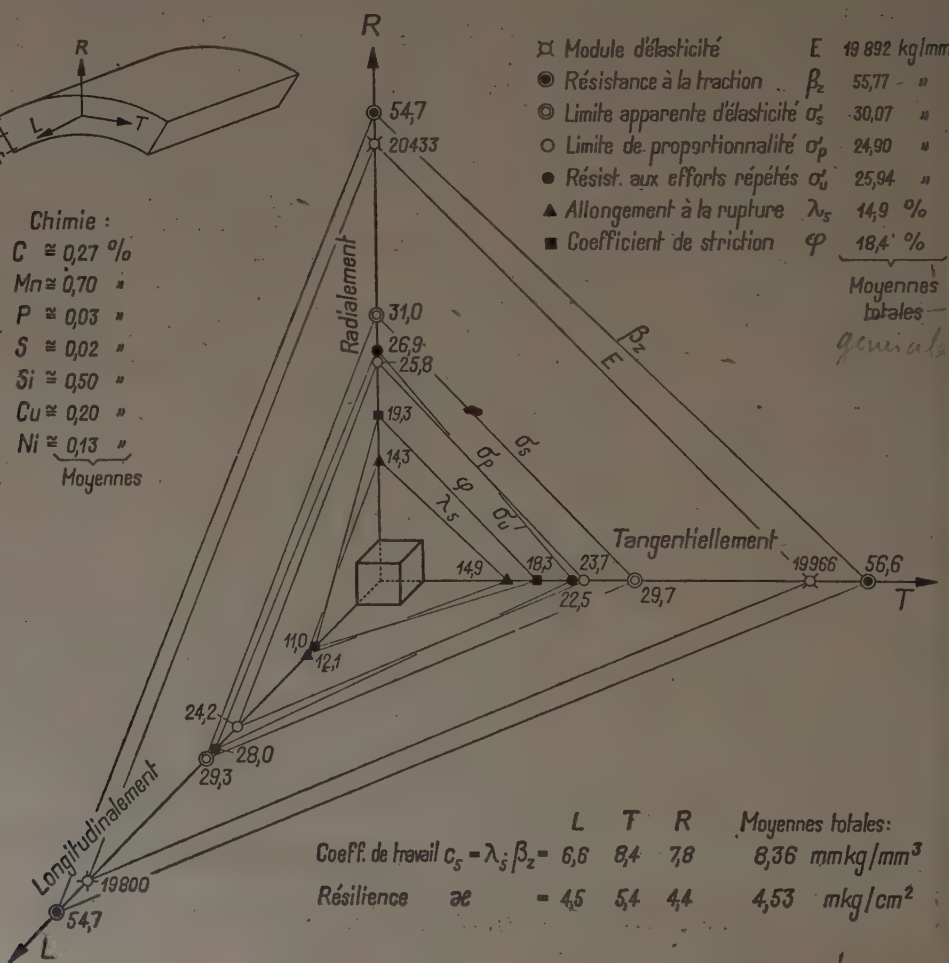
$C \approx 0,27 \%$
 $Mn \approx 0,70$
 $P \approx 0,03$
 $S \approx 0,02$
 $Si \approx 0,50$
 $Cu \approx 0,20$
 $Ni \approx 0,13$

Moyennes

- Module d'élasticité E 19 892 kg/mm²
- Résistance à la traction β_s 55,77 "
- Limite apparente d'élasticité σ_s 30,07 "
- Limite de proportionnalité σ_p 24,90 "
- Résist. aux efforts répétés σ_u 25,94 "
- ▲ Allongement à la rupture λ_s 14,9 %
- Coefficient de striction φ 18,4 %

Moyennes totales

générale

 FIG. 74. — Isotropie quasi parfaite des propriétés de résistance et de déformation. Acier coulé, $\beta_s \approx 56 \text{ kg/mm}^2$.


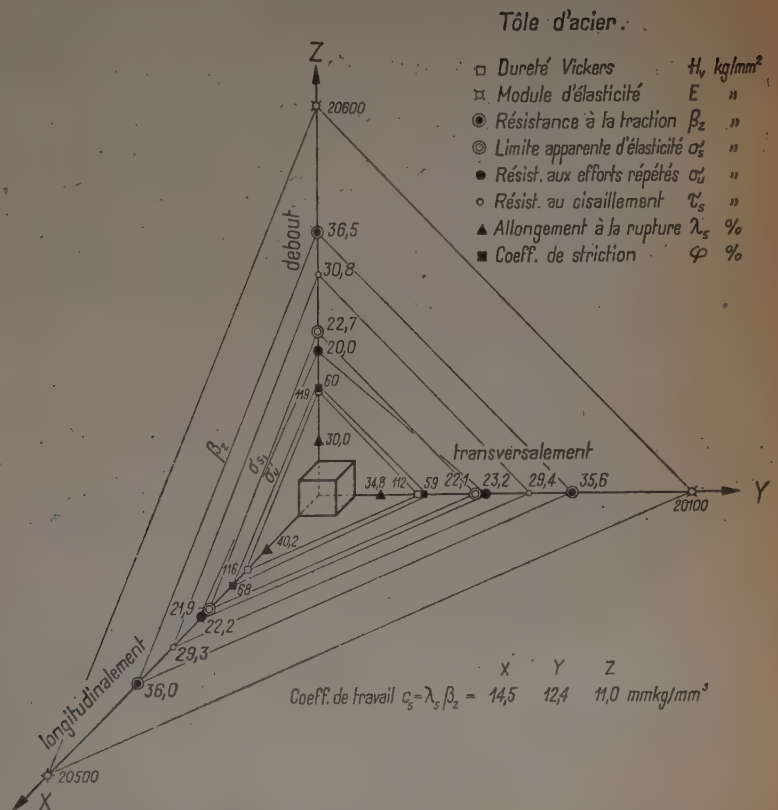
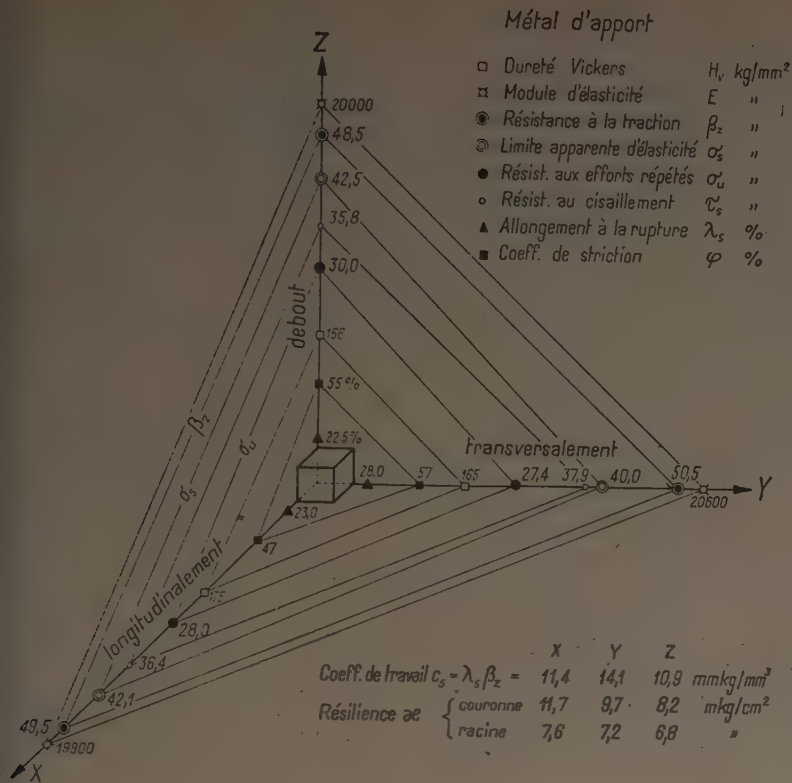


FIG. 75. — Isotropie quasi parfaite des propriétés de résistance et de déformation. Tôle d'acier de 45 mm d'épaisseur, $\beta_s \leq 36$ kg/mm². Métal d'apport de qualité ordinaire, $\beta_s \leq 50$ kg/mm².

FIG. 76. — Isotropie quasi parfaite des propriétés de résistance et de déformation. Acier au nickel, $\beta_z \approx 75 \text{ kg/mm}^2$.

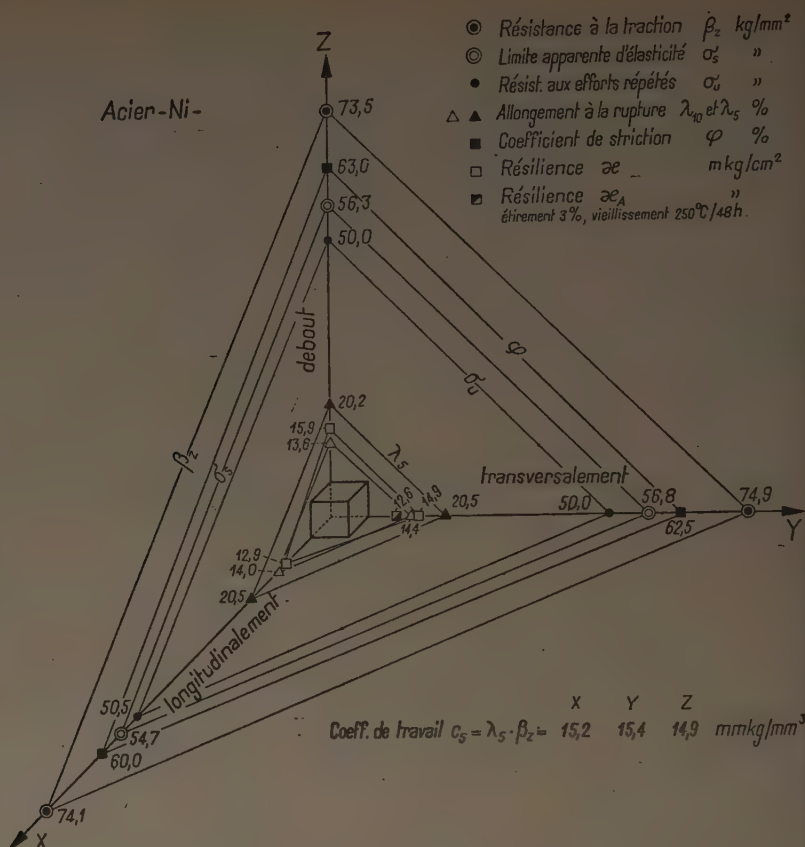
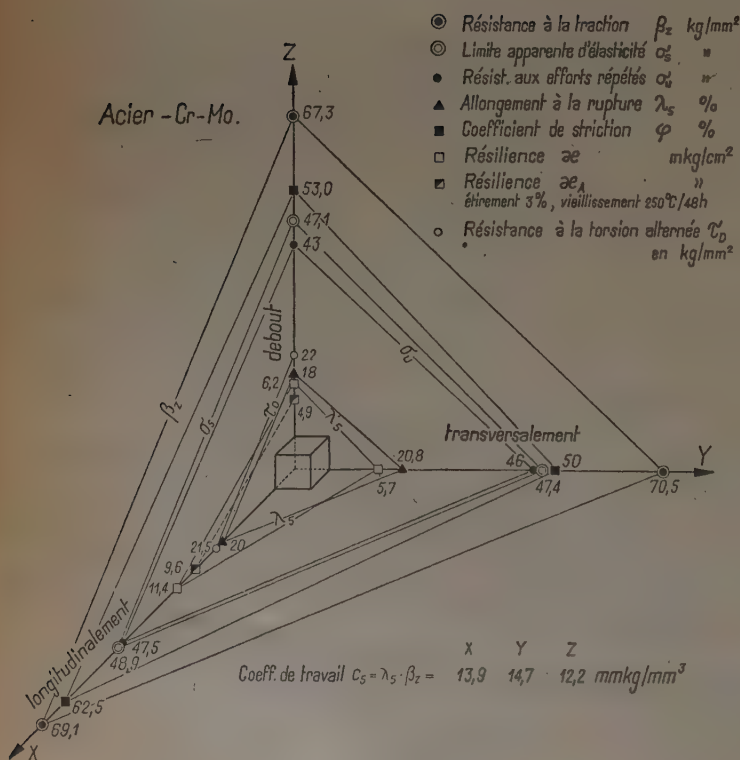


FIG. 77. — Isotropie quasi parfaite des propriétés de résistance et de déformation. Acier au Cr-Mo, $\beta_z \approx 70 \text{ kg/mm}^2$.



Les contraintes et déformations admissibles ne sont valables que si les caractéristiques techniques des matériaux sont garanties dans les limites des tolérances admissibles. Lorsque les propriétés d'un matériau, desquelles dépendent ses caractéristiques techniques, s'avilissent, le coefficient de sécurité diminue et la construction risque d'atteindre prématurément le terme de son usage, voire même de menacer la sécurité publique.

Il faut éviter ces désavantages techniques qui sont en général aussi liés à des inconvénients économiques et il faut assurer coûte que coûte la sécurité publique. La réalisation de ce postulat est garantie par l'observation des mesures suivantes :

1^o Essai approfondi des qualités mécaniques — résistance et capacité de déformation — d'éprouvettes prélevées autant que possible sur la construction — tronçons, trépanations, carottes — et, par conséquent, détermination sûre des caractéristiques techniques du matériau. Connaissance des valeurs statiques et dynamiques des résistances et capacités de déformation dans trois directions principales (fig. 59 et 74 à 77).

Lorsque l'on connaît l'indice de qualité relatif à un essai déterminé, il n'est pas recommandable d'en déduire d'autres propriétés du matériau et l'aptitude de celui-ci à d'autres modes de sollicitation.

2° Maintien de la caractéristique technique prescrite ou donnée du matériau, y compris l'observation des tolérances admissibles.

3° Contrôle plus sévère pendant la fabrication et l'exécution.

4° Dans les cas où il n'est pas possible d'empêcher un abaissement des qualités techniques d'un matériau, il faudra réduire en proportion les contraintes admissibles afin que le coefficient de sécurité nécessaire reste constant.

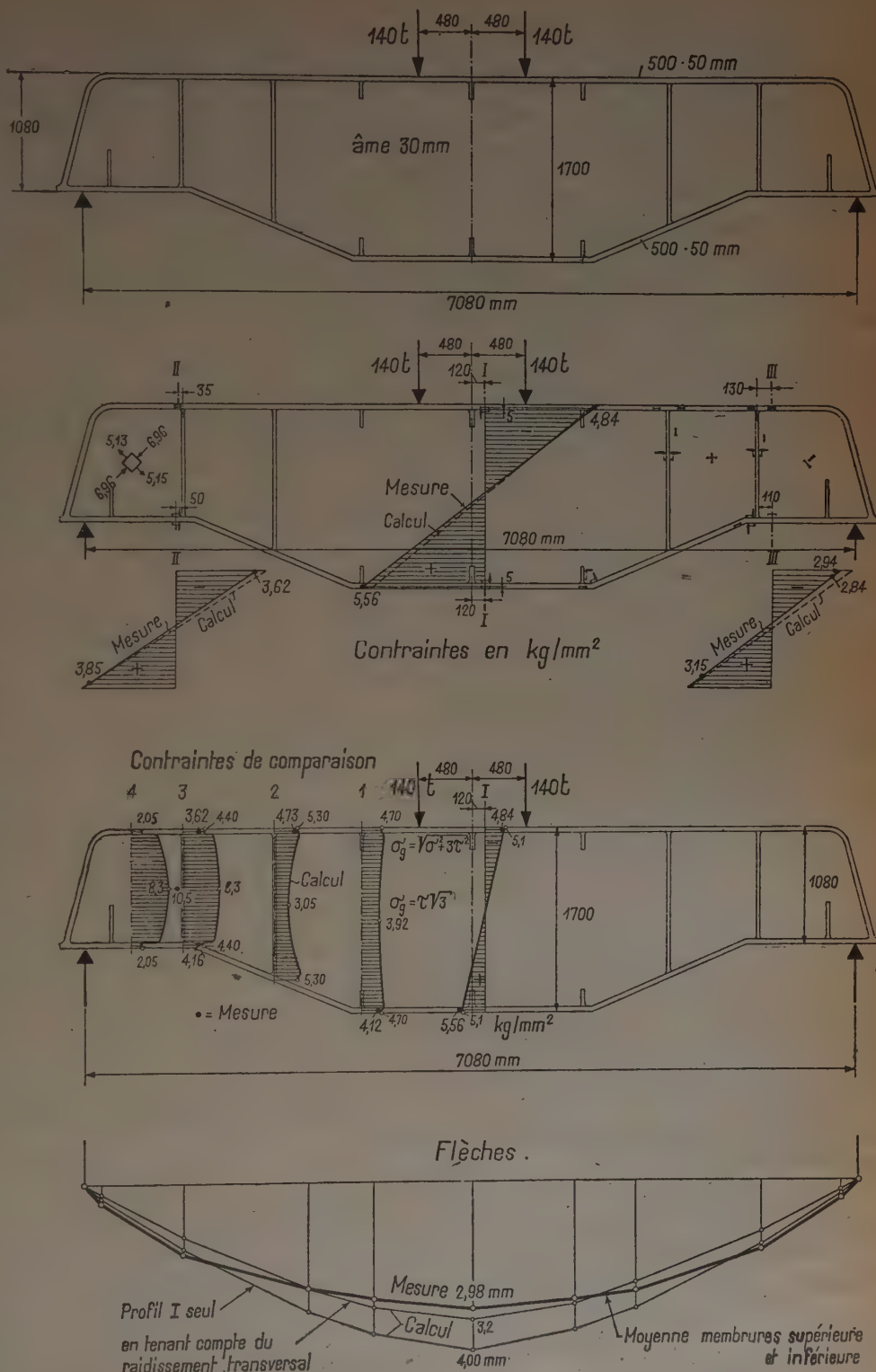


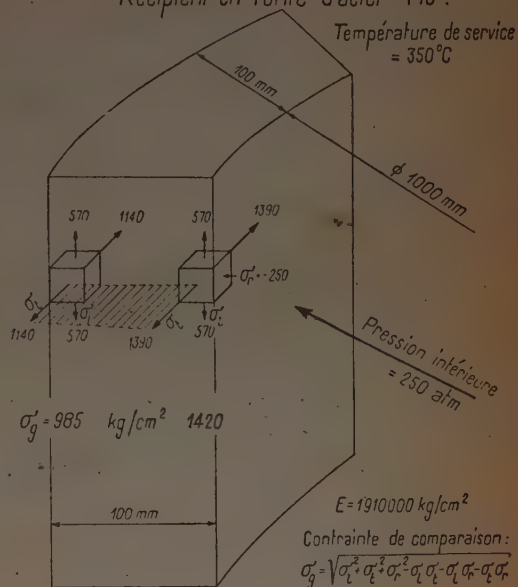
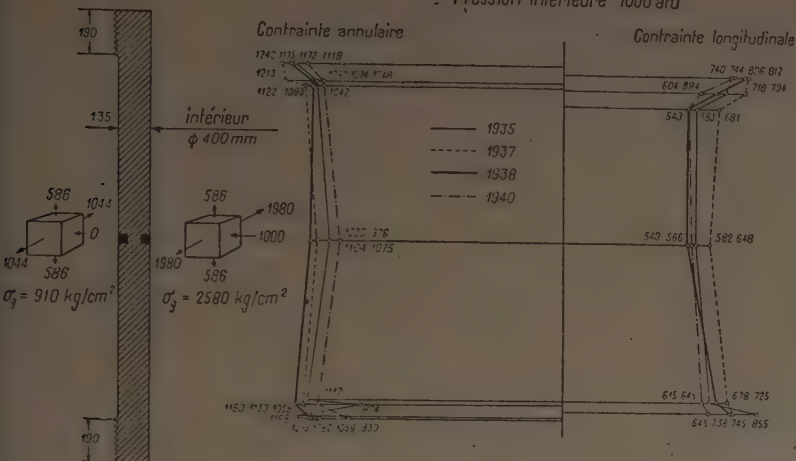
FIG. 78. — Poutre-support d'un générateur à la Centrale de Verbois. Construction soudée « Sécheron ». Répartition des tensions et des contraintes de comparaison σ_g . Lignes élastiques.

Tuyau de réaction en acier Ni.

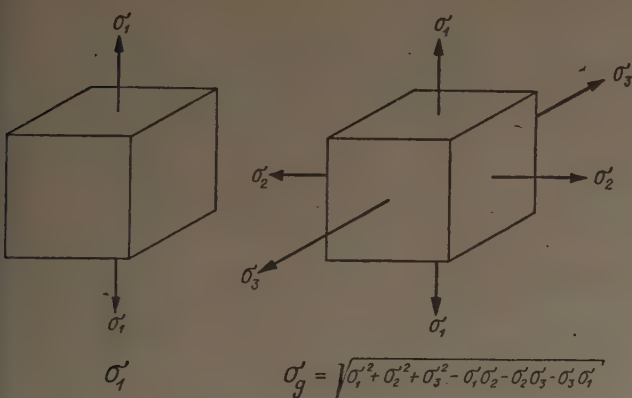
Contraintes en kg/cm²
Pression intérieure 1000 atü

Récipient en fonte d'acier Mo.

Température de service
= 350°C

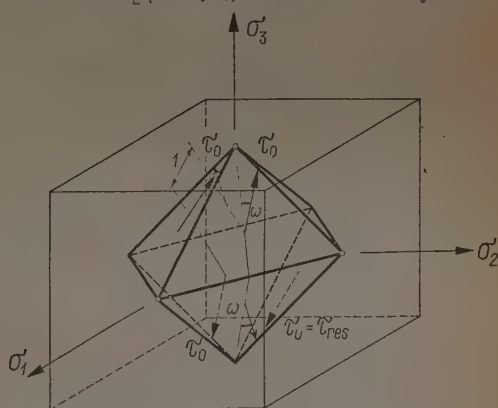


Contrainte de comparaison:
 $\sigma_g = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 - \sigma_1\sigma_2 - \sigma_1\sigma_3 - \sigma_2\sigma_3}$
Allongement de comparaison:
 $e_g = \frac{2}{3} \sqrt{e_1^2 + e_2^2 + e_3^2 - e_1e_2 - e_1e_3 - e_2e_3}$



Lorsque $\sigma_g = \sigma_1$, la sollicitation est égale dans les deux cas.

FIG. 84. — Élément cubique sollicité suivant un ou trois axes. Contraintes principales. Égalité de la sollicitation pour $\sigma_g = \sigma_1$.



$\tau_{res} = \frac{\sqrt{2}}{3} \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 - \sigma_1\sigma_2 - \sigma_1\sigma_3 - \sigma_2\sigma_3}$

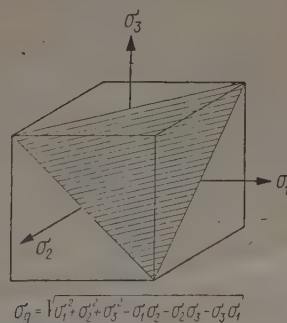
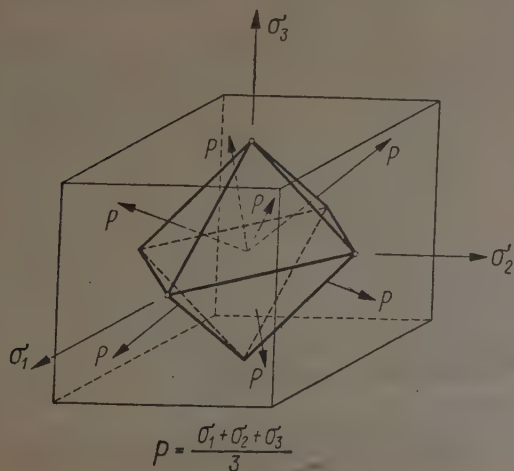
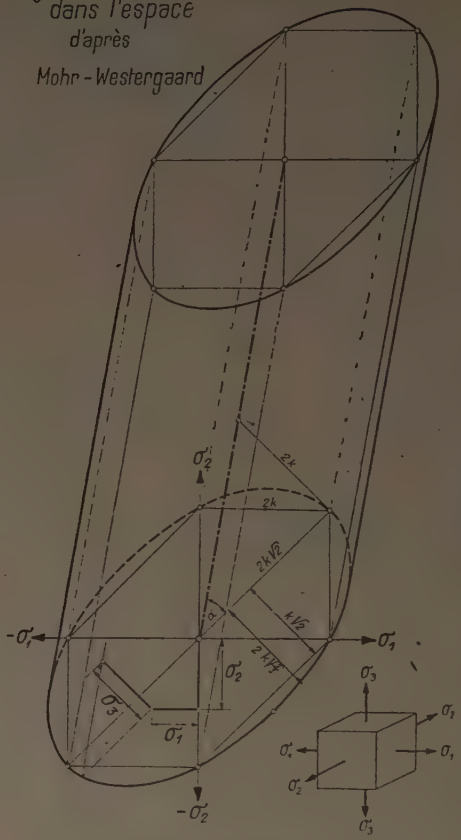


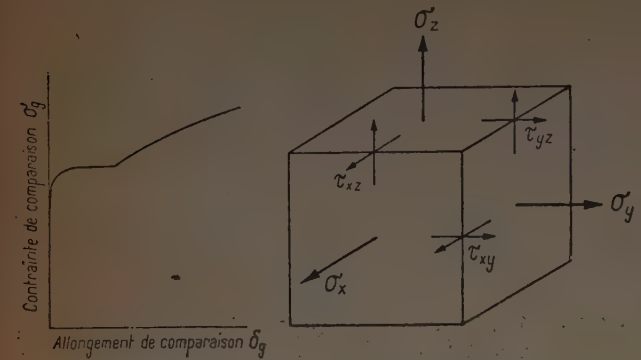
FIG. 85. — Élément cubique sollicité suivant trois axes. Contraintes principales. Tension normale $\sigma_n = p$. Contrainte résultante de cisaillement τ_{res} dans la face de l'octaèdre. Contrainte de comparaison $\sigma_g =$ sollicitation.

Système de sollicitation à trois axes
dans l'espace
d'après
Mohr - Westergaard



$$\sigma_g = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 - \sigma_1\sigma_2 - \sigma_2\sigma_3 - \sigma_3\sigma_1}$$

FIG. 87. — Système de sollicitation à trois axes dans l'espace d'après MOHR-WESTERGAARD.



$$\sigma_g = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + \sigma_z^2 - \sigma_x\sigma_y - \sigma_y\sigma_z - \sigma_z\sigma_x + 3(\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2)}$$

$$\delta_g = \frac{2}{3} \sqrt{\delta_x^2 + \delta_y^2 + \delta_z^2 - \delta_x\delta_y - \delta_y\delta_z - \delta_z\delta_x + \frac{3}{4}(\gamma_{xy}^2 + \gamma_{yz}^2 + \gamma_{zx}^2)}$$

FIG. 86. — Élément cubique sollicité suivant trois axes. Tensions normales et contraintes de cisaillement. Contrainte de comparaison $\sigma_g =$ sollicitation. Allongement plastique de comparaison δ_g .

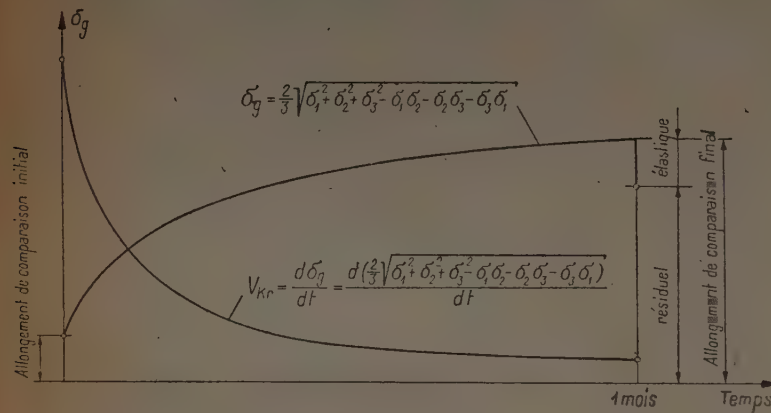


FIG. 88. — Limite de l'écoulement par viscosité des métaux aux hautes températures. Valeur de comparaison de la vitesse d'écoulement v_{KR} .

Sollicitation à la fatigue pour
variations des contraintes suivant une loi sinusoïdale.

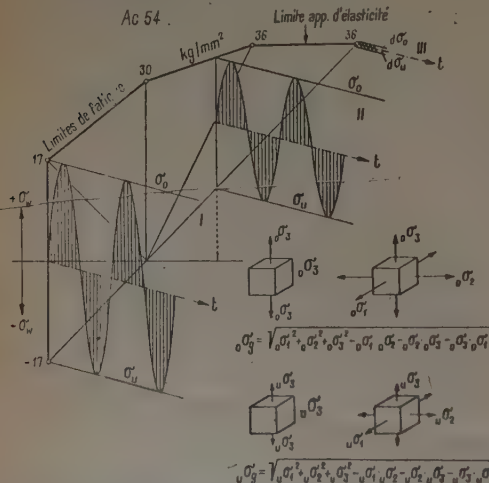
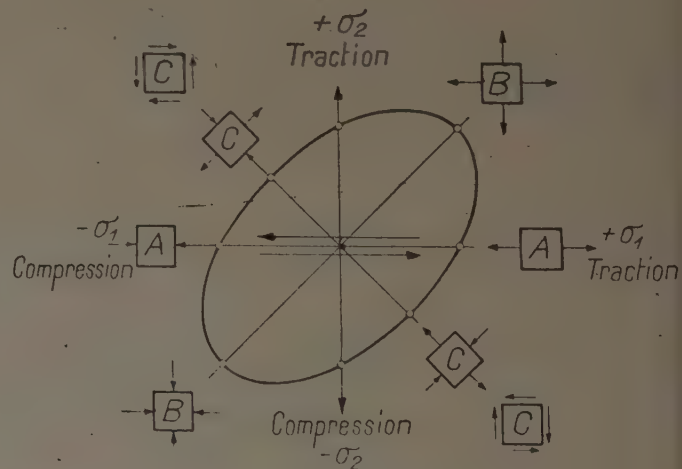


FIG. 89. — Limites de fatigue pour variations des contraintes suivant une loi sinusoïdale. Égalité de la sollicitation pour $\sigma_g = \sigma_3$ et $\sigma_g = \sigma_3$. Acier de construction Ac. 54.



$$\sigma_g = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - \sigma_1\sigma_2}$$

FIG. 90. — Fatigue dans le cas de la sollicitation biaxiale. Contrainte de comparaison σ_g .

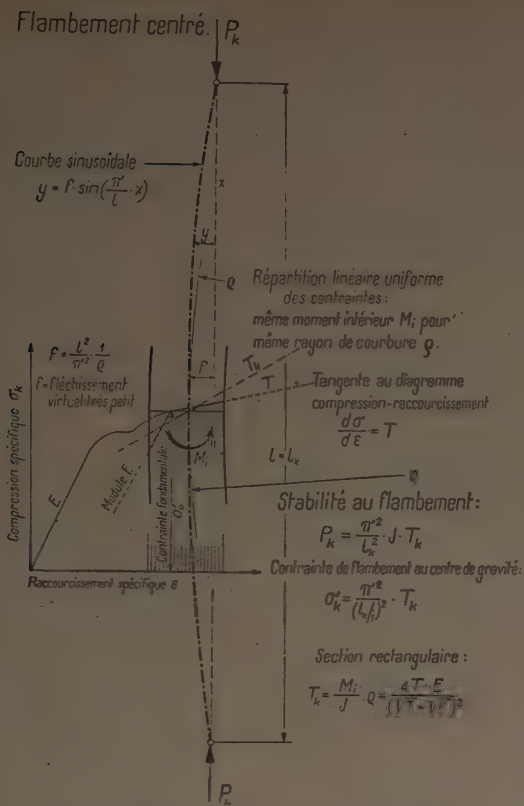


FIG. 91. — Flambement centré.
Contrainte de flambement au centre de gravité.

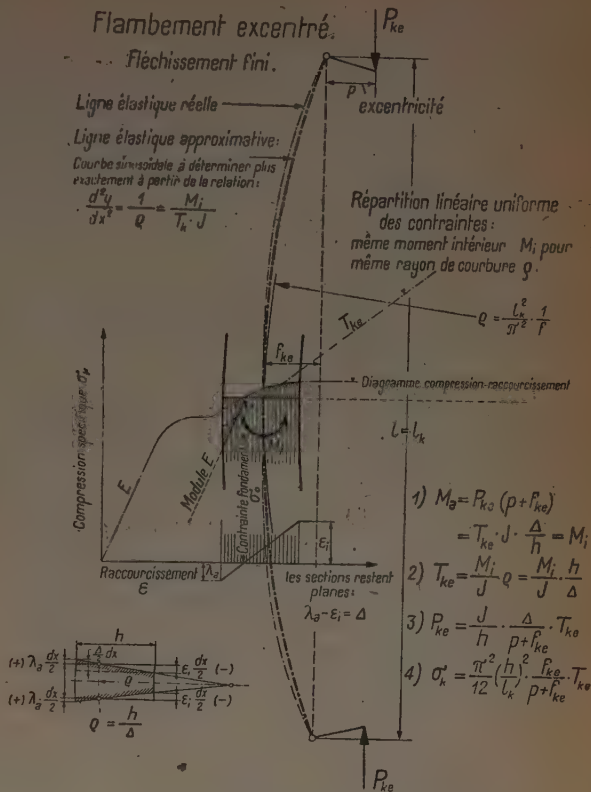


FIG. 92. — Flambement excentré.
Contrainte de flambement au centre de gravité.

5° Adaptation du type de construction aux exigences de chaque cas, en tenant compte des qualités techniques caractéristiques des matériaux.

6° Conception aussi claire et exacte que possible du système de contraintes et de déformations et, par conséquent, de l'état de sollicitation, de fatigue et de stabilité. Lorsque le calcul ne fournit pas de données suffisantes, on aura recours à des essais sur modèles ou sur l'ouvrage lui-même et si possible on les exécutera sur les deux avant l'autorisation de construire ou la mise en service (fig. 78 et 83).

7° La disposition générale, le système, la réalisation constructive des détails seront choisis et la forme (architecture) conçue de telle manière que la sollicitation prépondérante soit plus favorable par suite d'un système de contraintes et de déformations plus avantageux. De la sorte, le coefficient de sécurité se maintient dans des limites encore suffisantes, même si la qualité technique du matériau devait subir une certaine dépréciation.

8° Distinction nette et séparation des problèmes techniques des matériaux en trois groupes : état de sollicitation — fatigue, endurance — stabilité ⁽¹⁰⁾. Chacun de ces trois problèmes doit être traité séparément, car il s'agit de questions mécaniques de résistance et de déformation qui ont de natures complètement différentes. La résistance aux efforts de longue durée ou la résistance au glissement par viscosité (métaux : écoulement, déformations lentes

— béton : fluage) appartient au problème de la déformation :

à température normale pour le bois, le béton et la maçonnerie;
aux hautes températures pour les aciers.

Pour la résistance aux efforts de longue durée, de même que pour la résistance au glissement par viscosité, on fixe comme limite supérieure de la vitesse de l'allongement ou du raccourcissement une valeur déterminante en pour mille par heure, reconnue comme encore admissible.

90 Étant donné la diversité de la structure et, par conséquent, du mécanisme effort-déformation des différents matériaux de construction chaque groupe de matériaux possède sa théorie de rupture particulière ⁽¹⁰⁾. Mais les théories de rupture doivent aussi renseigner sur le rapport causal et la loi qui régissent effort et déformation. Les théories de sollicitation et de rupture qui ne disent rien sur l'état de déformation sont incomplètes, même inutilisables.

L'observation et la réalisation de ces principes est un précepte.

De même que la qualité et le travail qualifié, la sécurité doit aussi rester à l'avenir la caractéristique de l'industrie, du génie civil et des arts et métiers suisses.

NOTES

(¹) Instruction provisoire pour le calcul et l'exécution de maçonneries en pierres naturelles et artificielles, de SIA, n° 113, 1943 (SIA, Société Suisse des Ingénieurs et des Architectes).

(²) P. HALLER, *Pierres naturelles, pierres artificielles et matériaux légers. Constructions en temps de guerre.* Série de la technique de construction n° 6, 1943. Série de publications concernant la question : Comment procurer du travail; publié par le délégué.

(³) Du point de vue de la résistance ont été admis à égalité :

- les briques de tunnel = maçonnerie de moellons équarris pour voûtes avec $l > 20$ m.
- les briques en argile cuite et silico-calcaires de qualité supérieure = maçonnerie de moellons équarris pour voûtes avec $l > 12-15$ m.
- les briques ordinaires et silico-calcaires = maçonnerie de moellons équarris pour voûtes avec $l < 12$ m.

Les bétons supérieurs non armés au dosage de 300 kg/m³ C. P. = maçonnerie en moellons appareillés.

(⁴) Instruction provisoire pour le calcul, exécution et entretien de constructions en bois par SIA, n° 111, 1936-1942.

M. KÆGI, *Bois. Constructions en temps de guerre.* Série de la technique de construction n° 2, 1942.

(⁵) A. VOELLMY, « Mortiers », constructions en temps de guerre. Série de la technique de construction n° 7, 1943.

(⁶) L'amélioration de la qualité du ciment Portland eut pour conséquence une amélioration des caractéristiques technologiques du béton.

L'emploi de sable et gravier de bonne qualité, bien lavés et de bonne composition suivant la grosseur des grains (courbe granulométrique du Laboratoire ou de FULLER); la limitation de la quantité d'eau de gâchage à la quantité strictement nécessaire — $W = 5,5 \text{ à } 7,0 \%$; le travail énergique du mélange; la vibration du béton, une densité apparente élevée — $r \leq 2,45$, ont permis de donner au béton une plus grande résistance, une compacité et par là une meilleure résistance à la gelée, aux intempéries et aux actions chimiques. La grande densité apparente : $r = 2,4 \text{ à } 2,5$ indique d'une façon simple et sûre un bon béton dur et compact.

En traitant par la vapeur (+ 100° C) un béton préalablement vibré et en le comprimant ensuite à $\sim 100 \text{ kg/cm}^2$ pour chasser l'eau, on obtient avec un dosage de 500 kg/m³ C. P. en six heures une résistance de 600 kg/cm².

(⁷) A. SARRASIN, « Béton armé ». Constructions en temps de guerre. Série de la technique de construction n° 8, 1943.

(⁸) Instructions 1942 du Laboratoire pour l'utilisation de poutres en béton avec armatures prétendues en fils d'acier.

(⁹) *Premier* recuit à $\sim + 1000$ à 1100°C pendant 2 h. Refroidissement à l'air jusqu'à 500°C . Changement de structure, apparition du grain fin.

Deuxième recuit à $\sim + 50^\circ$ au-dessus de la température supérieure de transformation, pendant 6 h, refroidissement par un mélange d'eau et d'air comprimé à $\sim + 60^\circ \text{C}$, formation du grain fin.

Revenu pour dissiper les tensions internes à $\sim + 650^\circ \text{C}$ et refroidissement au four pendant 48 h pour empêcher la formation de nouvelles tensions internes et diminuer la fragilité créée.

(¹⁰) Les connaissances fondamentales :

1. théorie statique d'effort et de rupture ;
2. limite de fatigue;
3. résistance au glissement par viscosité;
4. stabilité au flambage,

sont indiquées sur les figures 84 à 92.

Effort statique, figures 84 à 88.

Les nombreux essais exécutés par le Laboratoire de 1925 à 1940 ont prouvé la justesse de la théorie généralisée de MOHR qui concorde avec l'hypothèse de HUBER, MISES, HENCKY sur l'énergie constante de transformation. Ainsi, dans un élément de métal résistant (acier et métaux légers), on a comme mesure de sollicitation suivant les trois axes : une tension comparative :

$$\sigma_g = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 - \sigma_1\sigma_2 - \sigma_2\sigma_3 - \sigma_3\sigma_1} \quad (\text{voir fig. 84.})$$

Si $\sigma_g = \sigma_1'$ (tension pour l'effort suivant un axe), il y a égalité de sollicitation. La détermination de l'état de tension suivant deux ou trois axes est réduite à celle de la sollicitation suivant un axe aisément déterminable (fig. 84).

La figure 85 donne des précisions sur l'état des tensions dans un élément de forme cubique soumis à l'action des tensions principales $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$. Comme mesure de sollicitation on a la tension résultante de cisaillement.

$$\tau_{\text{res}} = \frac{\sqrt{2}}{3} \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 - \sigma_1\sigma_2 - \sigma_2\sigma_3 - \sigma_3\sigma_1} = \tau$$

L'allongement plastique conjugué de comparaison est :

$$\delta_g = \frac{2}{3} \sqrt{\delta_1^2 + \delta_2^2 + \delta_3^2 - \delta_1\delta_2 - \delta_2\delta_3 - \delta_3\delta_1} = \delta$$

où $\delta_1, \delta_2, \delta_3$, sont les allongements plastiques principaux.

Si l'on a des tensions normales et des tensions de cisaillement, les expressions de σ_g et de δ_g prennent les formes générales suivantes :

$$\sigma_g = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + \sigma_z^2 - \sigma_x\sigma_y - \sigma_y\sigma_z - \sigma_z\sigma_x + 3(\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2)}$$

$$\delta_g = \frac{2}{3} \sqrt{\delta_x^2 + \delta_y^2 + \delta_z^2 - \delta_x\delta_y - \delta_y\delta_z - \delta_z\delta_x + \frac{3}{4}(\gamma_{xy}^2 + \gamma_{yz}^2 + \gamma_{zx}^2)} \quad (\text{voir fig. 86.})$$

Sur la figure 87 est représentée la sollicitation σ_g dans l'espace suivant les trois axes d'après MOHR-WESTERGAARD, si les tensions principales $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ sont données.

En cas d'effort agissant suivant plusieurs axes dans les métaux sous hautes températures, c'est la rapidité comparative d'allongement conjugué de la résistance à l'écoulement par viscosité σ_{kr} qui est importante; elle ne doit pas dépasser la mesure d'allongement à l'heure reconnue admissible en ‰ après une période déterminée d'action de la force. Cette mesure critique d'allongement est représentée par l'expression

$$v_{kr} = \frac{d\delta_g}{dt} = \frac{d \left(\frac{2}{3} \sqrt{\delta_1^2 + \delta_2^2 + \delta_3^2 - \delta_1\delta_2 - \delta_2\delta_3 - \delta_3\delta_1} \right)}{dt} \quad (\text{voir fig. 88.})$$

La sollicitation est :

$$\sigma_g = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 - \sigma_1\sigma_2 - \sigma_2\sigma_3 - \sigma_3\sigma_1} \quad (\text{voir fig. 84.})$$

où $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ représentent les tensions principales correspondant aux allongements principaux $\delta_1, \delta_2, \delta_3$. Il suffit de mesurer un allongement principal δ_1 , par exemple, et les autres allongements sont alors déterminés par les relations suivantes :

$$\delta_1 : \delta_2 : \delta_3 = \left[\sigma_1 - \frac{1}{2}(\sigma_2 + \sigma_3) \right] : \left[\sigma_2 - \frac{1}{2}(\sigma_3 + \sigma_1) \right] : \left[\sigma_3 - \frac{1}{2}(\sigma_1 + \sigma_2) \right]$$

$$\Delta V = \delta_1 + \delta_2 + \delta_3 = 0$$

où ΔV est le changement de volume plastique de l'élément (variation de volume).

L'effet de la fatigue (effort ondulé, répété ou alterné) est représenté sur les figures 89 et 90. Si le diagramme de la limite de fatigue pour un effort uniaxial est connu, on peut, se basant sur la tension comparative σ_g , juger de la limite de fatigue des éléments chargés suivant deux axes (problème plan) et suivant trois axes (problème dans l'espace). Cette approximation est suffisante en pratique à condition que les trois tensions principales $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ oscillent simultanément,

dans le rapport $\frac{\sigma_2}{\sigma_1}$, soit entre

$$\begin{array}{ll} u\sigma_1 & \text{et } o\sigma_1 \\ u\sigma_2 & \text{et } o\sigma_2 \\ u\sigma_3 & \text{et } o\sigma_3 \end{array}$$

(voir fig. 89).

Les états de tension correspondant à des intervalles ou amplitudes intermédiaires des efforts doivent être déterminés approximativement et par interpolation. Dans le cas de la limite de fatigue suivant deux axes, les relations indiquées dans la figure 90 restent valables. Elles sont représentées par des ellipses d'équations :

$$\sigma_g = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2} - \sigma_1\sigma_2 = \text{constante.}$$

Stabilité contre le flambage, figures 91 et 92. Les conditions technologiques fondamentales de la résistance au flambage sous une charge centrée ou excentrée suivant les principes du Laboratoire et de la TKVSB sont représentées sur les figures 90 et 91.

Les équations de base pour le flambage sont :

— pour flambage sous charge centrée (voir fig. 91).

σ_k tension critique de flambage au centre de gravité où $\frac{l}{i}$ est l'élancement

$$\sigma_k = \frac{\pi^2}{\left(\frac{l}{i}\right)^2} \cdot T_k$$

$$T_k = \frac{M_i}{J} \rho = \frac{4 \cdot T \cdot E}{(\sqrt{E} + \sqrt{T})^2} = \text{module de flambage sous charge centrée.}$$

— pour flambage sous charge excentrée (voir fig. 92) :

$$M_a = P_k(p + f_k) = \frac{J}{h} T_{ke} \Delta = M_i$$

$$T_{ke} = \frac{M_i h}{J \cdot \Delta}$$

en correspondance avec la tension de flambage σ_k , déterminée au centre de gravité.

$$\frac{h}{\Delta} = \rho \cong \frac{l^2}{\pi^2} \cdot \frac{1}{f_k} \quad \text{et} \quad \sigma_k = \frac{\pi^2}{12} \left(\frac{h}{i}\right)^2 \cdot \frac{f_{ke}}{p + f_{ke}} \cdot T_{ke}$$

M_i est tiré du diagramme des pressions-refoulements et déterminé graphiquement avec la valeur correspondante de $\Delta = \lambda_a - \epsilon_i$ qui doit être égale à la somme des allongements des fibres extrêmes;

h est la hauteur de section;

l la longueur de la pièce;

p le bras de levier initial de la force excentrée;

f_k la flèche de flambage de la pièce par rapport à l'axe initial.

Les courbes des σ_k pour flambage sous charges centrées ou excentrées, en fonction de l'élancement $\left(\frac{l}{i}\right)$ et du coefficient d'excentricité :

$$\frac{P}{k} = \frac{\text{bras de levier initial de la compression}}{\text{rayon correspondant du noyau central}}$$

ont été établies à l'aide de la méthode graphique.

BIBLIOGRAPHIE

PIERRES NATURELLES.

- H. STUDER. — Les ponts en pierres des chemins de fer rhétiques en Suisse. Théorie et pratique des constructions. (Congrès International des Ponts et Charpentes. Zurich, 1926.)
- A. BUHLER. — Construction de ponts de chemins de fer suisses dans les années 1901 à 1926. (Congrès International des Ponts et Charpentes. Zurich, 1926.)
- M. ROŠ. — Essais de chargement des nouveaux ponts-routes en Bergell. (SBZ, 11, VII, 31.)
- Essais de chargements du pont Schwendi sur la nouvelle route du Susten. (Zurich, 1941.)
- W. LANG. — Mesures des déformations sur les barrages suivant la méthode géodésique. (Service topographique fédéral. Berne, 1929.)
- M. ROŠ. — Les causes de flexion des piles en maçonnerie du viaduc de la Sitter du chemin de fer Lac de Constance-Toggenbourg. (Congrès Ponts et Charpentes. Zurich, 1926.)
- Pont Adolphe sur la vallée de la Pétrusse à Luxembourg. Résultats des essais de surcharges. (Annales des Ponts et Chaussées. Paris, 1935 et Revues techniques luxembourgeoises, 1935.)
- Mesures de vibrations sur les clochers en maçonnerie. Cathédrale de Bâle, Eglise d'Enge et Eglise des Prêcheurs. (Zurich, SBZ, 11, V, 40.)
- A. BÜHLER. — Maçonnerie dans les constructions suisses. (Hoch u. Tiefbau. Zurich, 1942.)
- P. HALLER. — Pierres naturelles, pierres artificielles, matériaux légers. (Série de publication technique de construction n° 6.)

PIERRES ARTIFICIELLES.

- P. HALLER, O. STADLER, F. M. OSWALD. — La physique des briques. (Association de fabricants suisses de briques. Zurich, 1935.)
- M. ROŠ. — Les briques silico-calcaires et de tunnel de Hunziker. Maçonnerie en briques Hunziker. (Zurich, mai 1934.)
- A. BÜCHLER. — Les ponts des chemins de fer suisses construits de 1901 à 1926. (Congrès des Ponts et Charpentes. Zurich, 1926.)
- R. MAILLART. — Le pont de Lorraine sur l'Aar à Berne. (SBZ., janvier 1931.)
- M. ROŠ. — Essais de chargements du viaduc de Wiesen. Chemins de fer rhétiques (SBZ., n° 5, 1931.)
- P. HALLER. — Pierres naturelles, etc. (voir ci-dessus.)

MORTIERS, BÉTON, BÉTON ARMÉ.

- M. ROŠ. — Influence du « Plastiment » sur les propriétés du béton. (Rapport n° 79 du Laboratoire, Zurich, janvier 1934.) Expériences, problèmes et préparation des instructions suisses pour les mortiers. (Edit. Schw., Archiv. Solothurn, 1936.)
- Les tuyaux Vianini de la Société Internationale de poutres Siegwart. (Lucerne. Rapport n° 106 du Laboratoire, Zurich, janvier 1937.)
- Les tuyaux en superbéton de la Société Hunziker. (Rapport n° 72 du Laboratoire, Zurich, juin 1933.)
- Les tuyaux Stüssi non armés, centrifugés en position verticale. (Rapport n° 105 du Laboratoire, Zurich, décembre 1936.)
- Les problèmes actuels des tuyaux à haute résistance en béton armé et non armé. (Rapport n° 35 de SVMT., Zurich, juillet 1937.)
- Les tuyaux en béton non armé, imprégnés de la Société Kandarkies, Thun. (Rapport n° 123 du Laboratoire, Zurich, mai 1939.)

- H. FREY. — L'Eternit, ses propriétés et son emploi dans les constructions. (SBZ., 27, IV, 40.)
- M. ROŠ. — Le « Prodorite » un béton résistant aux acides. (SBZ., 4, V, 29.)
- A. VOELLMY. — La sécurité contre la rupture des tuyaux enterrés. (Rapport n° 35 SVMT., Zurich, juillet 1937.)
- S. A. MORTADA. — Contribution à l'étude des charpentes à treillis en béton armé sous l'action des charges statiques et dynamiques. (Rapport n° 101 du Laboratoire, Zurich, 1936.)
- M. ROŠ. — Essais et expériences sur des constructions en béton armé en Suisse de 1924 à 1937. (Rapport n° 99 du Laboratoire 1937. Premier supplément de 1938 à 1939; deuxième supplément 1940, troisième supplément 1941 et 1942.)
- Résistance au gel du béton de ciment Portland. Résistance au gel des poutres fléchies en béton armé. Résistance au gel des routes en béton. (Edition particulière du XXX^e rapport annuel de 1940 de la Société des fabricants suisses de ciment, chaux et plâtre. Bâle, 1941.)
- Résistance et déformation des poutres fléchies en béton armé avec armature en acier supérieur St 52, en acier « Tor » et en acier ordinaire STN. (Rapport, n° 141 du Laboratoire, Zurich, 1942.)
- A. VOELLMY. — Mortiers. (Série de la technique de construction n° 7, 1943.)
- A. SARRASIN. — Béton armé. (Série de la technique de construction n° 8, 1943.)

BOIS DE CONSTRUCTION.

- M. ROŠ. — Essais de charge du pont en bois de Salez-Rugell sur le Rhin. (SBZ., n° 20, 1941.)
- Sur l'effondrement du cintre du pont Sando en Suède. (SBZ., 20, I, 40.)
- Construction de ponts, échafaudages et charpentes en bois en Suisse. (Annexe du rapport n° 5 du Laboratoire 1925 avec premier supplément. Zurich, 1936.)
- G. BENER. — Richard Coray de Trins, constructeur de cintres. (Coire, 1939.)
- M. KAEGI. — Le bois. (Série technique de construction, n° 2.)
- E. STAUDACHER. — Les bois de construction suisses. (Communication de l'Institut suisse pour les recherches forestières. Vol. XXII, cahier 2, 1942. Résultats des études systématiques sur le bois frais, conduites conjointement par le Laboratoire et l'Institut dans les années 1936 à 1941.)
- E. SCHUBIGER. — Essais et expériences sur les constructions clouées en bois. (Rapport n° 142 du Laboratoire, Zurich, 1942.)

ACIER ET FER.

- E. DUEBI. — Epreuves de la fonte. (Rapport n° 34 de SVMT. Rapport du Laboratoire n° 92, Zurich, 1935.)
- M. ROŠ et A. EICHINGER. — Comportement de la fonte dans les états de tension uni, bi ou tri axiaux. (Rapport du Laboratoire n° 37, Zurich, 1938.)
- La fonte. Essais d'étude de la question du danger de rupture. (Congrès International de la fonte. Milan, 1931.)
- A. V. ANACKER. — Tuyaux en fonte centrifugés de l'usine Choindex de L. de Roll. (Rapport n° 12 de SVMT., Zurich.)
- A. EHLER. — Acier coulé comme matériau de construction. (Rapport n° 11, SVMT., Zurich, 1929.)
- B. MOERSEN. — Sur le développement de l'emploi de l'acier coulé en Suisse. (Mémoire du Laboratoire, Zurich, 1930.)

- M. Roš. — Deux ponts remarquables en Yougoslavie. (SBZ., n° 22, 23, 1940.)
- Les électrodes Stabiland « B » de Arcos. (Rapport n° 133 du Laboratoire, Zurich, 1941.)
 - Les électrodes Ductilend « 55 » de Arcos. La soudure électrique autogène S. A. Lausanne-Prelaz. (Rapport n° 137 du Laboratoire, Zurich, 1941.)
 - Les problèmes actuels de la soudure dans les constructions. (Rapport n° 132 du Laboratoire, Zurich, 1941.)
 - Résistance et calcul des soudures. (Rapport n° 135 du Laboratoire, Zurich, 1941.)
- A. MORTADA. — L'étude des charpentes métalliques à treillis soudées soumises aux efforts statiques et dynamiques. (Rapport n° 101 du Laboratoire, Zurich, 1936.)
- M. Roš et J. BRUNNER. — Sécurité contre le flambage des pièces en acier articulées aux deux bouts. (TKVSB., Zurich, 1926. — Rapport n° 13 du Laboratoire.)
- Sécurité contre le flambage des matériaux de construction. (Rapport du Laboratoire, Zurich, 1930.)
- M. Roš. — Détermination de sections des pièces sous charges centrées ou excentrées. (Rapport au II^e Congrès International des Ponts et Charpentes, Vienne, 1928.)
- La stabilité des barres comprimées par des forces excentrées. (I^{er} Congrès de l'Association Internationale des Ponts et Charpentes, Paris, 1932.)
- M. Roš et A. ECHINGER. — I. Essais relatifs à la question du danger de rupture. (Rapport n° 14 du Laboratoire, Zurich, 1926.)
- II. Matériaux non métalliques. (Rapport n° 28, 1928.)
 - III. Métaux. (Rapport n° 34, Zurich, 1929.)
- Société An. A. BROWN, BOVERI et Cie, Baden. — Comportement des aciers n'écaille pas. (Communication de BBC 29. Cahier 6-7, 1942.)
- Le calcul de l'écoulement par viscosité, sa sensibilité et son réajustement aux hautes températures. (Communication BBC 25. Cahier 12, 1938.)
 - Influence du travail à froid répété sur les aciers durs à l'état chaud. Cr Mo et Ni Cr Mo. (Archiv. f. Eisenhüttenwesen, 11, 1937-1938. Cahier 8.)
 - Technique de la soudure et son contrôle. (Communication BBC 24. 1937. Cahier 12.)
 - Les bords des aubes de turbines durcis pour résister à la corrosion. (Korrosion et Metallschutz, 13, 1937. Cahier 10-11.)
- Société An. SULZER, WINTERTHUR. — Corrosion des pompes centrifuges. (Technische Rundschau Sulzer, n° 2, 1926.)
- Nouveau développement du moteur Diesel chez Sulzer. (T. R. S., n° 2, 1932.)
 - Sollicitation d'une chaudière à tubes d'eau. (T. R. S., n° 3, 1933.)
 - Soudure des réservoirs à pression. (T. R. S., n° 3, 1934.)
 - Nouvelles mesures sur moteur Diesel et leurs résultats dans la construction. (T. R. S., n° 2, 1939.)
 - Les branchements renforcés par collerette sur les conduites forcées. (T. R. S., n° 2, 1941.)
 - Locomotive Diesel-électrique Bo-Bo de 735 C. V. des chemins de fer du Siam. (T. R. S., n° 3, 1942.)
 - Standardisation de la soudure. Sécurité de la forme des vilebrequins. (T. R. S., n° 2, 1943.)

Communications ESCHER-WYSS.

- J. ACKERET. — Cavitation dans les turbines hydrauliques. I, 1928, II, 1930.
- SONDEREGGER. — Conduite forcée soudée électriquement. (Usine électrique Terni Galletto, 1929.)
- WIEDERKEHR. — Épaisseur des parois des corps creux quadrangulaires, 1929.
- C. KELLER. — Calcul analytique des disques de roues fortement chargées. 1930.
- Calcul, par anneaux partiels, des disques de roues en rotation, 1932.
- P. DE HALLER. — Corrosion des turbines hydrauliques, 1933.
- W. SIEGFRIED. — Flambage des aubes conductrices des turbines à vapeur, 1937.
- SONDEREGGER. — Soudure électrique des corps à parois épaisses, 1938.
- F. SALZMANN et v. d. MUEHLL. — Étude de résistance des hélices réglables pour avions, 1939.
- W. STAUFFER. — Sur les jonctions des tuyaux de refroidissement en cuivre, 1940.
- J. VUSCOVIC. — Influence de l'air contenu dans l'eau sur la cavitation et la corrosion, 1940.
- C. KELLER. — Étude sur compresseurs et pompes, 1941.

MÉTAUX LÉGERS.

- A. v. ZEERLEDER. — Technologie de l'aluminium et de ses alliages légers. (Edition Académique, Leipzig, 1938.)
- Développement de la technique de rivetage dans la construction d'avions en métaux légers. (Flugwehr u. Technik, n° 5-6, 1940.)
 - Importance des recherches et des épreuves dans le développement de l'industrie et de l'aluminium. (Schw. Techn. Zeit., n° 7, 1941.)
- M. Roš et Ph. THEODORIDES. — Rupture statique et par fatigue des charpentes rivées en Avional SK. (Rapport n° 126 du Laboratoire, 1940.)
- Th. WYSS. — Développement des récipients en métaux légers en Suisse. (Rapport n° 129 du Laboratoire, Zurich, avril 1940.)
- J. VALYI. — Étude de rivetage des alliages de l'aluminium du type Al-Cu-Mg. (Aluminium Archiv., vol. 8.)
- E. v. BURC. — Rivetage de l'alliage à l'aluminium Al-Cu-Mg (Avional D) (Schw. Archiv. f. Wiss. u. Technik., n° 11, 1938.)
- R. IRMANN. — Soudure par points de l'aluminium et des tôles en alliage d'aluminium avec une machine à 60 KVA. (SBZ., n° 16, 1942.)
- Les formes d'aluminium coulé dans le sable. (Aluminium, n° 3, 1941.)
- W. MUELLER. — Procédé pour améliorer la limite de fatigue des nœuds rivés en alliages d'aluminium dans les avions, carrosserie, appareils de levage. (Schw. Archiv. f. Wiss. u. Tech., n° 10, 1939.)
- Procédé pour améliorer la résistance de forme des nœuds en aluminium. (SBZ., n° 5-6, 1942.)
- M. KOENIG. — Les métaux légers dans les transports. (Aluminium, n° 2, 1935.)
- Construction en profilés de métaux légers. (Auto-Revue n° 2, 1937.)

VIENT DE PARAÎTRE

COMMENTAIRES DES RÈGLES D'UTILISATION DE L'ACIER (Règles C. M. 1946) APPLICABLES AUX TRAVAUX DÉPENDANT DU MINISTÈRE DE LA RECONSTRUCTION ET DE L'URBANISME ET AUX TRAVAUX PRIVÉS

Les Règles d'utilisation de l'acier ont paru en septembre 1947. Elles constituent pour les Ingénieurs et projeteurs un instrument de travail qui leur fournit des procédés de calcul nouveaux particulièrement pour les états de contrainte, le calcul du flambement et celui des éléments continus. Toutefois la présentation d'un règlement est toujours concise et ne prête guère à des développements explicatifs. Il était donc nécessaire de donner aux utilisateurs toutes les justifications concernant les formules nouvelles, leur origine et leur démonstration, dans le but d'en permettre une application compréhensive et raisonnée.

En conséquence la Commission qui a mis au point les Règles d'Utilisation de l'Acier pour le Ministère de la Reconstruction et de l'Urbanisme a chargé quelques-uns de ses Membres de rédiger avec le concours de la Commission Technique de la Chambre Syndicale des Entrepreneurs de Construction Métallique des Commentaires des Règles qui puissent satisfaire le légitime besoin d'explications des utilisateurs.

Ce document établi en accord avec le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment a été édité dans le format des Règles in-8° carré et comporte 80 pages et 14 figures. Il a été mis en vente en septembre 1948.

Les principaux articles des Règles y sont commentés et comparés aux règles des anciens règlements français et des règlements étrangers les plus récents.

Les Commentaires sont en vente au prix de :

300 fr l'exemplaire broché	}	plus 25 fr pour frais d'envoi
330 fr l'exemplaire cartonné		

sur demande adressée à l'INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS, 28, boulevard Raspail, Paris-VII^e et accompagnée d'un chèque barré ou d'un virement au compte chèques postaux. Paris 1834-66.

Les développements particulièrement étendus sont donnés sur les points suivants :

Contraintes admissibles : Les Commentaires font ressortir les avantages apportés par rapport aux règlements anciens et aux règlements étrangers. La question des états de contrainte est traitée en détail.

La question des contraintes des rivets et boulons est complètement explicitée et le problème de la précontrainte des boulons non prévu par les Règles a été étudié.

Calculs de résistance : Après quelques explications sur les articles relatifs aux calculs, les Commentaires entreprennent la discussion complète de la méthode DUTHEIL applicable au flambement.

Après une étude critique des procédés de calcul employés jusqu'à ce jour, les formules relatives au flambement sont complètement établies par des calculs détaillés, telles qu'elles ont été finalement admises par la Commission en partant de l'hypothèse initiale de M. DUTHEIL.

Règles spéciales aux poutres et poutrelles : Des commentaires détaillés sont donnés sur les Règles forfaitaires applicables au calcul du moment des poutres continues.

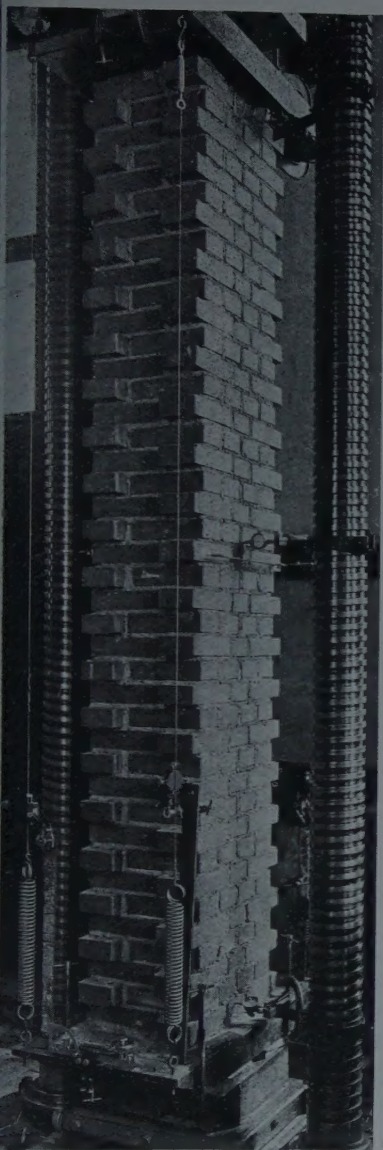


FIG. 3.
Vue d'un pilier
avec dispositif de mesure.

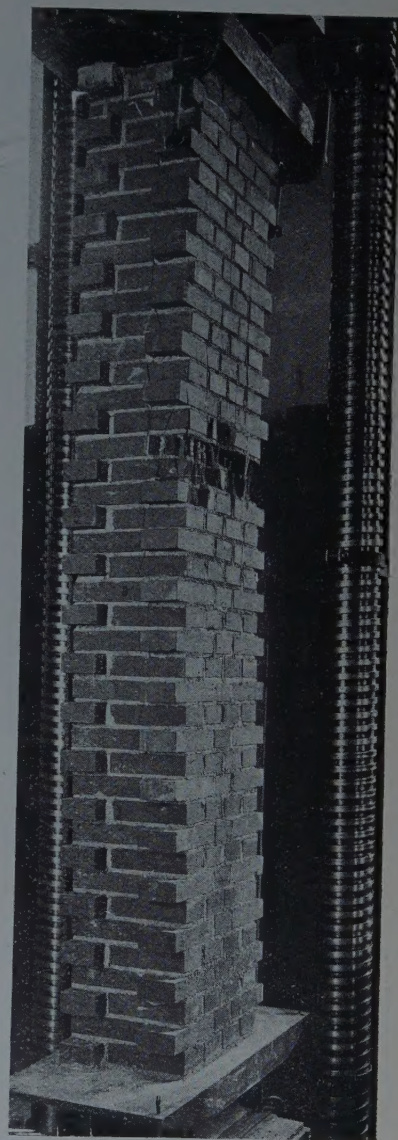


FIG. 4.
Vue d'un pilier après la rupture.
Indice d'excentricité

$$m = \frac{P}{K} = 1 \frac{1}{3}.$$

(Voir p. 6 et 7.)

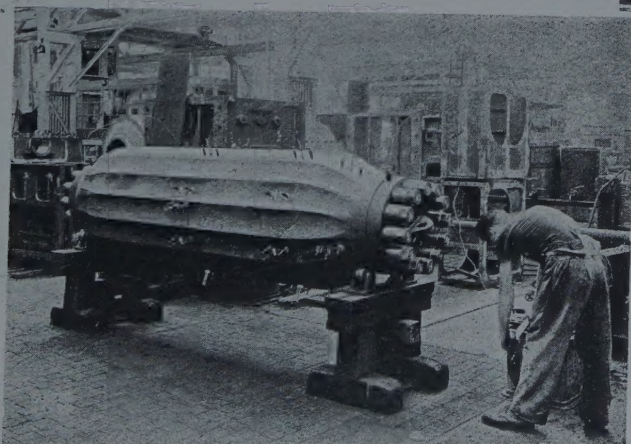


FIG. 36. — Récipient à méthane en acier coulé, type SULZER.
Essai de pression intérieure avec mesure des tensions. Pression de service $p_i = 350$ at. (Voir p. 19 et 20, fig. 37.)

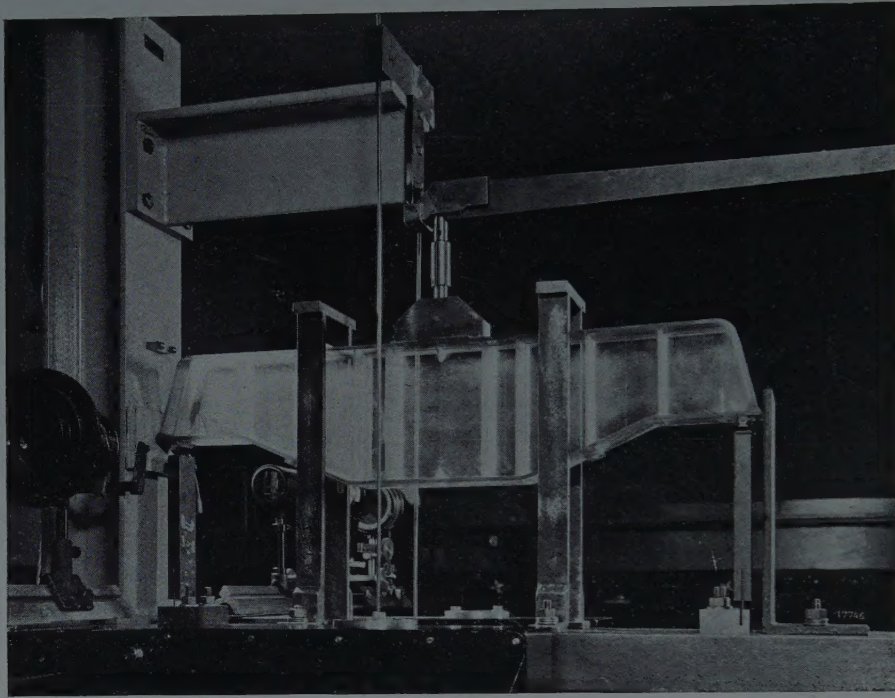


FIG. 79. — Poutre-support d'un générateur à la Centrale de Verbois.
Modèle en celluloïd pour examen photo-élasticimétrique. (Voir p. 45, 6°.)

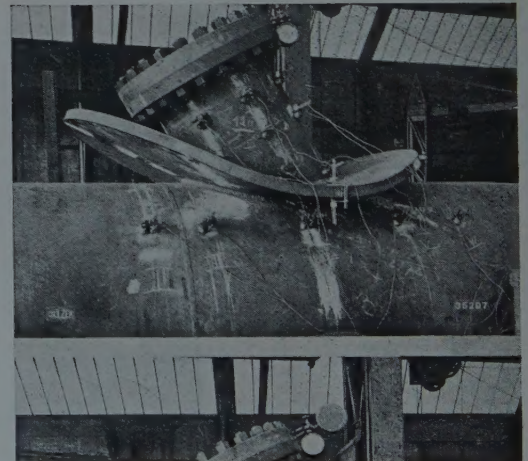
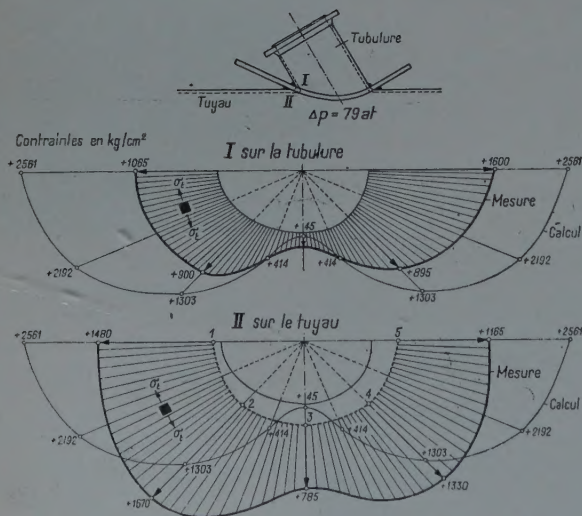


FIG. 82. — Col de renforcement, type SULZER. Pièce d'embranchement
de la conduite de distribution. Disposition des instruments de mesure.
Valeurs mesurées et calculées des tensions tangentielle σ_t . (Voir
p. 45, 6°.)

ANNALES DE L'INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS

28, BOULEVARD RASPAIL, PARIS-VII^e

DOCUMENTATION TECHNIQUE

Nouvelle série.

ANNALES DE L'INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS

TABLE DES MATIÈRES 1948 (Nouvelle Série)

SÉRIE	ANNALES N°	SÉRIE	ANNALES N°
TECHNIQUE GÉNÉRALE DE LA CONSTRUCTION		ÉQUIPEMENT TECHNIQUE	
M. LÉPINGLE, Comment lutter contre la corrosion des matériaux de construction	1	HÉRODY, Bistre, suie, calcin	28
C. CAMERMAN, Sur les cas d'altération des pierres de taille par les fumées	14	GOENAGA, Conditionnement de l'air. Applications dans l'habitat et l'industrie	37
R. LEROUX, Les éléments organisés de construction	23		
THÉORIES ET MÉTHODES DE CALCUL		AMÉNAGEMENTS INTÉRIEURS	
J. DUTHEIL, Exploitation du phénomène d'adaptation dans les ossatures en acier doux	2	H. RABATÉ, Les vernis aux résines artificielles et les peintures dérivées dans les travaux du peintre en Bâtiment	10
CONSTRUCTION MÉTALLIQUE		GILARDI, Fabrication et utilisation actuelle des éléments préfabriqués en plâtre	36
PAYAN, Reconstruction du viaduc métallique S.N.C.F. sur le Rhône, à Avignon	34		
ESSAIS ET MESURES		MATÉRIEL DE CHANTIER	
G. DAWANCE, Contribution à l'étude de l'effet d'entaille	3	JOISEL, Concassage et fragmentation des roches	26
R. L'HERMITE, Considérations sur la viscosité, la plasticité et le frottement interne	8		
G. DAWANCE, Une nouvelle méthode pour l'étude de la relaxation des fils d'acier	9	DOCUMENTATION	
DE SOUSA COUTINHO, Détermination des contraintes dans le béton par la méthode du tensomètre photoélastique	20	DOCUMENTATION TECHNIQUE, N° 15	6
LIANTS HYDRAULIQUES		DOCUMENTATION TECHNIQUE, N° 16	15
J. BROCARD, Hydratation et hydrolyse des silicates et des aluminates de calcium en fonction de la température	12	DOCUMENTATION TECHNIQUE, N° 17	25
H. LAFUMA, Le Centre d'Études et de Recherches de l'Industrie des liants hydrauliques	29	DOCUMENTATION TECHNIQUE, N° 18	35
SOLS ET FONDATIONS		QUESTIONS GÉNÉRALES	
V. ROMANOVSKY, Recherches sur les propriétés physiques des sédiments meubles	13	L. FLAUS, Quelques conséquences de l'insuffisance du taux de rationalisation de l'industrie de la construction	7
BÉTON. BÉTON ARMÉ		KÉRISSEL, Point actuel de la reconstruction; ses perspectives d'avenir	19
R. L'HERMITE et G. TOURNON, La vibration du béton frais	11	R. L'HERMINIER, Aérodromes à grand trafic. Étude critique du tracé des pistes	24
M. BUISSON, Détermination expérimentale de la composition du béton	21	LAURU, Les chantiers en face de la préparation du travail	30
M. VALENTA, Nouvelles recherches sur la gélivité des bétons. Les bétons aérés	22	A. MARINI, Le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment	31
BÉTON PRÉCONTRAIN		MANUEL DU BÉTON ARMÉ	
M. NETTER, La piste en béton précontraint de l'aérodrome d'Orly	5	R. CHAMBAUD, Ponts en arcs encastrés. Méthodes d'avant-projets	4
TRAVAUX PUBLICS		MANUEL DE LA CHARPENTE EN BOIS	
CAMBON, Caisson mobile autoflotteur	27	MANUEL FRANÇAIS DE LA CHARPENTE EN BOIS	16
FAUCONNIER, Ponts provisoires sur le Rhin et la Moselle	32	DUHOUX et VALLETTE, Les cintres en bois pour ouvrages d'art	17
		DUHOUX et VALLETTE, Les cintres en bois pour ouvrages d'art. Annexes	18
		HORS SÉRIE	
		Table des circulaires de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics	
		33	